

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-100476

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

H05B 33/14
C07D403/14
C07D471/04
C09K 11/06
H05B 33/22

(21)Application number : 2001-197135

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 28.06.2001

(72)Inventor : ISE TOSHIHIRO
IGARASHI TATSUYA
MIYASHITA YOSUKE
FUJIMURA HIDETOSHI
MISHIMA MASAYUKI
OKADA HISASHI
KYU SETSUHO

(30)Priority

Priority number : 2000216339 Priority date : 17.07.2000 Priority country : JP

(54) LIGHT-EMITTING ELEMENT AND AZOLE COMPOUND

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light-emitting element, capable of emitting the light of a blue area with high light-emitting efficiency and a light-emitting element, capable of emitting a white light which has high color purity and with high light emitting efficiency.

SOLUTION: This light-emitting element has at least a light-emitting layer, including a light emitting material and a host material and in which lowest excited triplet energy level of the host material is higher than the lowest excited triplet energy level of the light emitting material. Desirably, the light emitting element is 1.05 times to 1.38 times the lowest excited triplet energy level of the light-emitting material, and the light-emitting element is 68 kcal/mol (284.9 kJ/mol) to 90 kcal/mol (377.1 kJ/mol) in the lowest excited triplet energy level of the host material.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.05.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-100476

(P2002-100476A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002.4.5)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 7 D 403/14		C 0 7 D 403/14	4 C 0 6 3
471/04	1 0 7	471/04	1 0 7 Z 4 C 0 6 5
C 0 9 K 11/06	6 6 0	C 0 9 K 11/06	6 6 0
	6 9 0		6 9 0
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 62 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-197135(P2001-197135)

(22) 出願日 平成13年6月28日 (2001.6.28)

(31) 優先権主張番号 特願2000-216339(P2000-216339)

(32) 優先日 平成12年7月17日 (2000.7.17)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 伊勢 俊大

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フイルム株式会社内

(72) 発明者 五十嵐 達也

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フイルム株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子及びアゾール化合物

(57) 【要約】

【課題】 高い発光効率で青色領域の発光が可能な発光素子、および高い発光効率で色純度の高い白色発光が可能な発光素子を提供する。

【解決手段】 発光材料とホスト材料とを含有する発光層を少なくとも有し、発光極大波長が500nm以下であり、且つ前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高いことを特徴とする発光素子である。好ましくは、前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が、前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05倍以上1.38倍以下である発光素子および前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が、68 kcal/mol (284.9 kJ/mol) 以上90 kcal/mol (377.1 kJ/mol) 以下である発光素子である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光材料及ホスト材料とを含有する発光層を少なくとも有し、発光極大波長が500nm以下であり、且つ前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高いことを特徴とする発光素子。

【請求項2】 前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が、前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05倍以上1.38倍以下である請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が、68kcal/mol(284.9kJ/mol)以上90kcal/mol(377.1kJ/mol)以下である請求項1または2に記載の発光素子。

【請求項4】 前記発光層に隣接するとともに有機材料を含有する層を有し、前記有機材料の最低励起三重項エネルギー準位が前記発光層を構成する材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高い請求項1から3のいずれかに記載の発光素子。

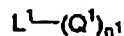
【請求項5】 発光層に隣接する層に含まれる有機材料の最低励起三重項エネルギー準位が、前記発光層を構成する材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05倍以上1.38倍以下である請求項4に記載の発光素子。

【請求項6】 発光層に隣接する層に含まれる有機材料の最低励起三重項エネルギー準位が、68kcal/mol(284.9kJ/mol)以上90kcal/mol(377.1kJ/mol)以下である請求項4または5に記載の発光素子。

【請求項7】 前記ホスト材料が、下記一般式(I)で表される化合物である請求項1から6のいずれかに記載の発光素子。

【化1】

一般式(I)

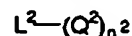


(一般式(I)中、 L^1 は二価以上の連結基を表す。 Q^1 は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。 n^1 は2以上の数を表す。複数の Q^1 は、それぞれ同一でも異なってもよい。)

【請求項8】 発光層に隣接する層に含まれる有機材料が、下記一般式(II)で表される化合物である請求項4から7のいずれかに記載の発光素子。

【化2】

一般式(II)



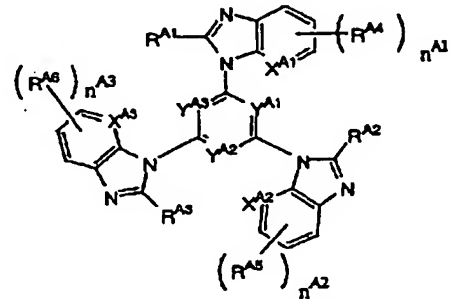
(一般式(II)中、 L^2 は二価以上の連結基を表す。 Q^2 は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。 n^2 は2以上の数を表す。複数の Q^2 は、それぞれ同一でも

異なってもよい。)

【請求項9】 下記一般式(A)で表されることを特徴とするアゾール化合物。

【化3】

一般式(A)



(一般式(A)中、 R^{A1} 、 R^{A2} および R^{A3} は、それぞれ水素原子または脂肪族炭化水素基を表す。 R^{A4} 、 R^{A5} および R^{A6} は、それぞれ置換基を表す。 n^{A1} 、 n^{A2} および n^{A3} は、それぞれ0~3の整数を表す。 X^{A1} 、 X^{A2} および Y^{A1} 、 Y^{A2} は、それぞれ窒素原子またはC-R^{*}(R^{*}は水素原子または置換基を表す。)を表す。 Y^{A1} 、 Y^{A2} および Y^{A3} は、それぞれ窒素原子またはC-R^{**}(R^{**}は水素原子または置換基を表す。)を表す。)

【請求項10】 発光層に隣接する層に含まれる有機材料が、請求項9に記載の一般式(A)で表されるアゾール化合物である請求項4から8のいずれかに記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光素子及びそれに用いられるアゾール化合物に関し、より詳細には、バックライト、フラットパネルディスプレイ、照明光源、表示素子、電子写真、有機半導体レーザー、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信デバイスなどの広い分野に利用可能な発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】今日、研究開発が行われている種々の発光素子の中で、有機電界発光(EL)素子は、低電圧駆動で高輝度の発光が得られることから、近年活発な研究開発が行われている。一般に有機EL素子は、発光層及び該層を挟んだ一対の対向電極から構成されており、陰極から注入された電子と陽極から注入されたホールが発光層において再結合し、生成した励起子からの発光を利用するものである。

【0003】現在、低電圧で高輝度に発光する有機EL素子としては、Tangらによって示された積層構造を有するものが知られている(アプライド フィジックス レターズ、51巻、913頁、1987年)。この素

子は、電子輸送材料と発光材料とを兼ねた材料と、ホール輸送材料とを積層することにより、高輝度の緑色発光を得ており、6~7Vの直流電圧で、輝度は数千cd/m²に達している。しかしながら実用的な素子と考えた場合、更なる高輝度化、高効率発光素子の開発が望まれている。

【0004】最近、更に高効率に発光可能な発光素子として、イリジウムのオルトメタル化錯体(Ir(ppy), tris-ortho-iridated complex with 2-phenylpyridine)を発光材料として用いた発光素子が報告された(アブライドフィックス レターズ、75巻、4ページ、1999年)。この発光素子の外部量子効率8.3%で、従来、限界といわれていた外部量子効率5%を超えるものであり、優れている。前記イリジウムのオルトメタル化錯体は、緑色発光素子に限定されているため、フルカラーディスプレイや白色発光素子に適用する場合には、その他の色についても高効率に発光する素子の開発が必要である。

【0005】一方、有機発光素子において高輝度発光を実現しているものは有機物質を真空蒸着によって積層している素子であるが、製造工程の簡略化、加工性、大面積化等の観点から塗布方式による素子作製が望ましい。しかしながら、従来の塗布方式で作製した素子では発光輝度、発光効率の面で蒸着方式で作製した素子に劣っており、製造工程の簡略化、加工性、大面積化等の観点からも、高輝度、高効率発光化が大きな課題となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記諸問題に鑑みなされたものであって、高い発光効率で青色領域の発光が可能な発光素子、および高い発光効率で色純度の高い白色発光が可能な発光素子を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の発光素子は、上記課題を解決するため、発光材料とホスト材料とを含有する発光層を少なくとも有し、発光極大波長が500nm以下であり、且つ前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高いことを特徴とする。

【0008】本発明の発光素子では、例えば、前記発光層を一对の電極間に挟持させ、該電極に電界を供与することによって、陰極からは電子がおよび陽極からはホールが発光層に各々注入され、これらが発光層において再結合して、三重項励起子が生成する。この励起子が基底状態に戻る際に、余剰のエネルギーを青色領域の光として放出する。前記発光素子では、前記発光層を、発光材料(ゲスト材料)と、該発光材料の最低励起三重項エネルギー準位(T₁)よりも高いT₁を有するホスト材料と

で構成することによって、前記三重項励起子のエネルギーを効率良く発光材料のT₁準位に移動させ、その結果、高い発光効率での青色発光を可能としている。

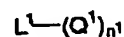
【0009】前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位は、前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05倍以上1.38倍以下であるのが好ましい。また、前記ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位が、68kcal/mol(284.9kJ/mol)以上90kcal/mol(377.1kJ/mol)以下であるのが好ましい。

【0010】前記ホスト材料は、下記一般式(I)で表される化合物であることが好ましい。

【0011】

【化4】

一般式(I)



【0012】(一般式(I)中、L¹は二価以上の連結基を表す。Q¹は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。n¹は2以上の数を表す。複数のQ¹は、それぞれ同一でも異なってもよい。)

【0013】また、本発明の発光素子は、発光材料とホスト材料とを含有する発光層と前記発光層に隣接するとともに有機材料を含有する層とを少なくとも有し、前記有機材料の最低励起三重項エネルギー準位が前記発光層を構成する材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高いことが好ましい。

【0014】請求項4に記載の発光素子では、例えば、前記発光層とこれに隣接する層とを一对の電極間に挟持させ、該電極に電界を供与することによって、陰極からは電子がおよび陽極からはホールが発光層に各々注入され、これらが発光層において再結合して、三重項励起子が生成する。この励起子が基底状態に戻る際に、余剰のエネルギーを青色領域の光として放出する。前記発光素子では、前記発光層に含有される発光材料およびホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位(T₁)よりも高いT₁を有する有機材料により前記発光層に隣接する層を構成することによって、発光層において生成した三重項励起子のエネルギーが、発光層に隣接する層を構成する有機材料に移動してしまうことを防ぐことができ、その結果、高い発光効率での青色発光を可能としている。

【0015】前記発光層に隣接する層に含まれる有機材料の最低励起三重項エネルギー準位は、前記発光材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05倍以上1.38倍以下であるのが好ましい。また、前記有機材料の最低励起三重項エネルギー準位は、68kcal/mol(284.9kJ/mol)以上90kcal/mol(377.1kJ/mol)以下であるのが好ましい。

【0016】前記発光層に隣接する層に含まれる有機材料は、下記一般式(II)で表される化合物であることが

10

20

30

40

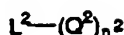
50

好ましい。

[0 0 1 7]

【化5】

一般式 (II)



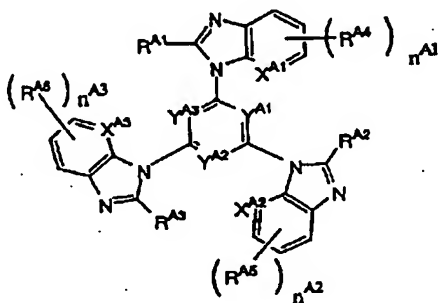
【0018】(一般式(II)中、L'は二価以上の連結基を表す。Q'は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。n'は2以上の数を表す。複数のQ'は、それぞれ同一でも異なってもよい。)

【0019】請求項9に記載のアゾール化合物は、下記一般式(A)で表されることを特徴とし、前記有機材料として好ましく用いられる。

[0 0 2 0]

【化6】

一般式 (A)



【0021】（一般式（A）中、 R^{A1} 、 R^{A2} および R^{A3} は、それぞれ水素原子または脂肪族炭化水素基を表す。 R^{A4} 、 R^{A5} および R^{A6} は、それぞれ置換基を表す。

n^{A1} 、 n^{A2} および n^{A3} は、それぞれ0～3の整数を表す。 X^{A1} 、 X^{A2} および X^{A3} は、それぞれ窒素原子またはC-R^x (R^xは水素原子または置換基を表す。)を表す。 Y^{A1} 、 Y^{A2} および Y^{A3} は、それぞれ窒素原子またはC-R^y (R^yは水素原子または置換基を表す。)を表す。)

[0 0 2 2]

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。本発明の発光素子は、発光材料を含む発光層を少なくとも有する。EL素子では、通常、前記発光層は陽極及び陰極からなる一対の電極間に挟持される。また、一対の電極間には、発光層の他に、ホール注入層、ホール輸送層、電子注入層、電子輸送層、保護層などが配置されていてもよく、またこれらの各層はそれぞれ他の機能を備えたものであってもよい。本発明の発光素子は、有機発光素子であることが好ましい。ここで、有機発光素子とは、発光をつかさどる物質が有機化合物であるものを言う。

【0023】本発明の発光素子は、発光極大波長 λ_{\max} が500nm以下であり、即ち、青色発光素子である。

色純度の観点から、 λ_{max} は495 nm以下であるのが好ましく、490 nm以下であるのがより好ましい。但し、本発明の発光素子は、青色領域以外の波長域、例えば、紫外領域、緑色領域、赤色領域、赤外領域のいずれかに発光があってもよい。

【００２４】本発明の発光素子は、発光効率が高いのが好ましく、外部量子効率が５％以上、好ましくは７％以上、より好ましくは１０％以上であり、更に好ましくは１８％以上である。尚、ここで、外部量子効率とは、以下の式により算出される値をいう。発光素子の外部量子効率の算出方法としては、発光輝度、発光スペクトル、比視感度曲線および電流密度から算出する方法と、電流密度および発光された全フォトン数から算出する方法とがある。

$$\text{外部量子効率 (\%)} = (\text{発光された全フォトン数} / \text{発光素子に注入された電子数}) \times 100$$

【0025】本発明の発光素子は、発光極大波長が500nm以下にあり、前記発光層がホスト材料と発光材料（ゲスト材料）とを含有し、前記ホスト材料のT₁準位が、前記発光材料のT₁準位よりも高いことを特徴とする発光素子である。また、本発明の発光素子は、前記発光層に隣接する層を有し、前記発光層に隣接する層に含有される有機材料のT₁準位が、前記発光層を構成する材料のT₁準位よりも高いことが好ましい。前記発光層に隣接する層としては、ホール注入層、ホール輸送層、電子注入層、電子輸送層、ホールブロック層、電子ブロック層などが挙げられ、前記有機材料としては、各層に各々使用されるホール注入材料、ホール輸送材料、電子注入材料、電子輸送材料、ホールブロック材料および電子ブロック材料が挙げられる。また、2つの層が前記発光層に隣接する場合は、両層とも前記発光材料のT₁準位よりも高いT₁準位を有する有機材料からなるのが好ましい。

【0026】一般に発光素子の発光効率 η は、ホールおよび電子の注入効率、ホールと電子の再結合効率、励起子の生成効率、再結合により生成した励起エネルギーの発光材料への移動効率、および発光材料の発光量子効率の積で表すことができる。発光材料として、励起三重項励起子から発光する材料を用いた場合、再結合による励起子の生成確率が一重項励起子よりも高いために、発光効率が向上する。ここで、再結合により生じた三重項励起子のエネルギーを発光材料の T_1 準位に効率よく移動させることができれば、発光効率がさらに向上する。本発明の発光素子は、ホスト材料の T_1 準位を、発光材料の T_1 準位よりも高くすることにより、三重項励起子のエネルギーを効率よく発光材料の T_1 準位に移動させ、その結果、高い発光効率を得ている。また、本発明の発光素子は、発光層に隣接する層を構成する有機材料の T_1 準位を発光材料の T_1 準位よりも高くすることによって、三重項励起子のエネルギーが発光層に隣接する層を構成

する有機材料に移動してしまうことを防ぐことができ、その結果、高い発光効率を得ている。

【0027】前記ホスト材料および前記発光層に隣接する層に含まれる有機材料の T_1 準位は、発光材料の T_1 準位の1.05倍以上1.38倍以下であるのが好ましい。また、前記ホスト材料および前記有機材料の T_1 準位は、68 kcal/mol (284.9 kJ/mol) 以上90 kcal/mol (377.1 kJ/mol) 以下であるのが好ましく、69 kcal/mol (289.1 kJ/mol) 以上85 kcal/mol (356.2 kJ/mol) 以下であるのがより好ましく、70 kcal/mol (293.3 kJ/mol) 以上80 kcal/mol (335.2 kJ/mol) 以下であるのが更に好ましい。

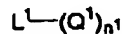
【0028】本発明の発光素子が、前記発光層に隣接する有機材料からなる層を有する場合、前記有機材料の T_1 準位も前記発光材料の T_1 準位より高いのが好ましい。本発明の発光素子のさらに好ましい態様は、いずれの層に含有される有機材料の T_1 準位も前記発光材料の T_1 準位よりも高い発光素子である。

【0029】前記ホスト材料は、下記一般式(I)で表される化合物であることが好ましく、前記発光層に隣接する層を構成する有機材料は、下記一般式(II)で表される化合物であることが好ましい。

【0030】

【化7】

一般式(I)

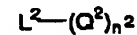


【0031】一般式(I)中、 L^1 は二価以上の連結基を表す。 Q^1 は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。 n^1 は2以上の数を表す。複数の Q^1 は、それぞれ同一でも異なってもよい。

【0032】

【化8】

一般式(II)



10 【0033】一般式(II)中、 L^2 は二価以上の連結基を表す。 Q^2 は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。 n^2 は2以上の数を表す。複数の Q^2 は、それぞれ同一でも異なってもよい。

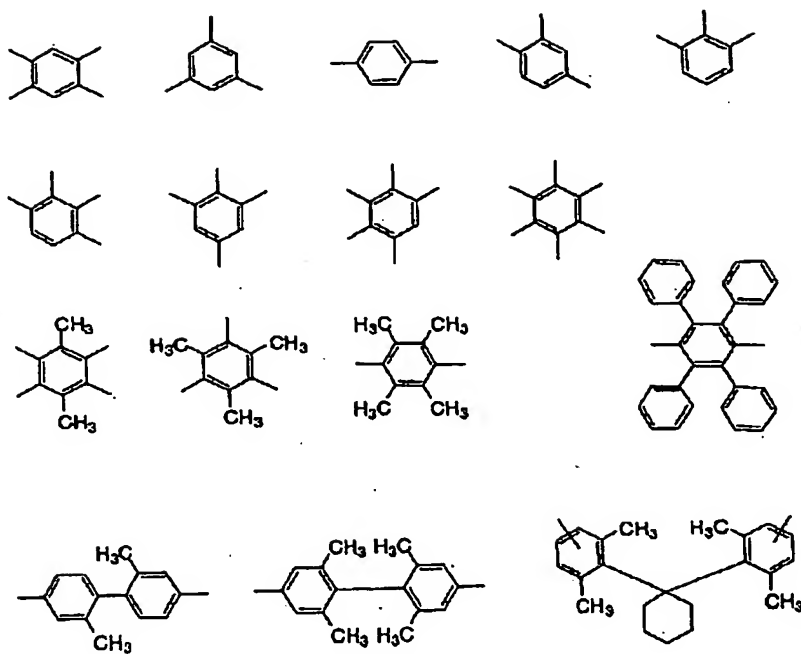
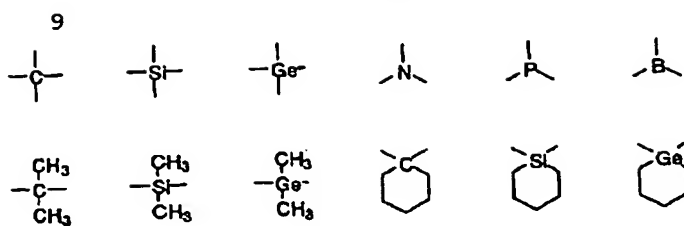
【0034】以下、一般式(I)について説明するが、一般式(II)中の L^2 、 Q^2 及び n^2 は、それぞれ一般式(I)中の L^1 、 Q^1 及び n^1 と同義であり、一般式(I)の説明をもって、一般式(II)の説明に置き換えるものとする。 L^1 は二価以上の連結基を表し、好ましくは、炭素、ケイ素、窒素、ホウ素、酸素、硫黄、金属、金属イオンなどで形成される連結基であり、より好ましくは炭素原子、窒素原子、ケイ素原子、ホウ素原子、酸素原子、硫黄原子、芳香族炭化水素環、芳香族ヘテロ環であり、更に好ましくは炭素原子、ケイ素原子、芳香族炭化水素環、芳香族ヘテロ環である。 L^1 で表される連結基の具体例としては以下のものが挙げられる。

【0035】

【化9】

(6)

10



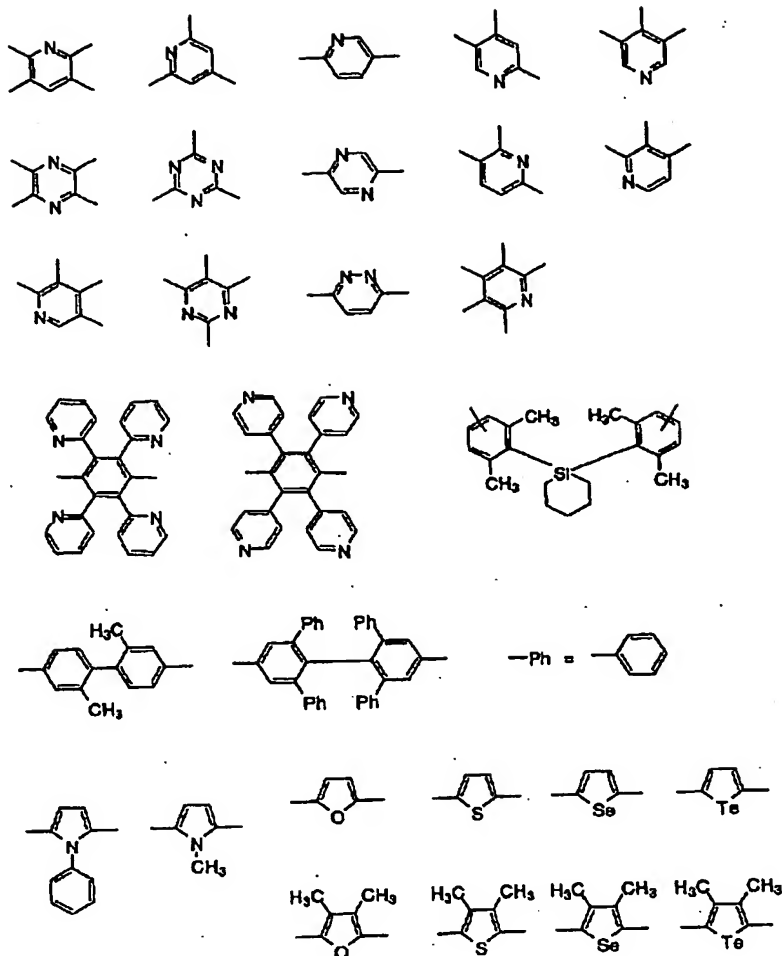
[0036]

[化10]

(7)

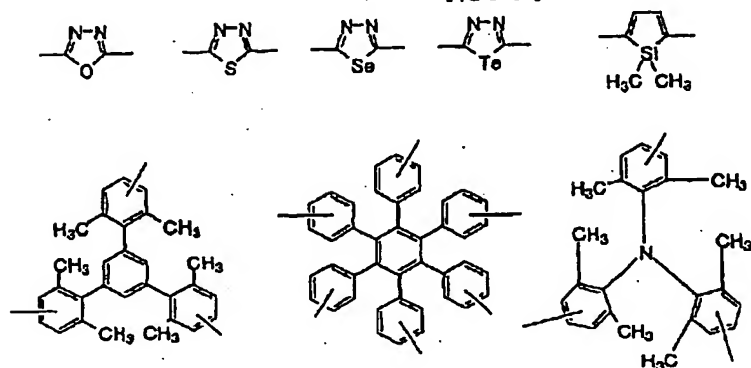
11

12



【0037】

* * 【化11】



Al Zn Cu Fe Ir Ni Cd Au Pt Pd Os Re Ru Rh W
Eu Sm Dy

【0038】 L^1 は置換基を有していてもよく、置換基としては例えばアルキル基（好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～12、特に好ましくは炭素数1～8のアルキル基であり、例えばメチル、エチル、*n*-プロピル、イソプロピル、*n*-ブチル、*sec* 50

-ブチル、*tert*-ブチル、*n*-オクチル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル、トリフルオロメチル、トリクロロメチルなどが挙げられる。）、アルケニル基（好ましくは炭素数2～20、より好ましくは炭素数2～6、特に好ましくは炭素数2のアルケニル

基であり、例えばビニル等が挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~6、特に好ましくは炭素数2のアルキニル基であり、例えばエチニル等が挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~10、特に好ましくは炭素数6のアリール基であり、例えばフェニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~36、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12のアミノ基であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、エチルアミノ、ジエチルアミノ、フェニルアミノ、ジフェニルアミノ、ジベンジルアミノ、チエニルアミノ、ジチエニルアミノ、ビリジルアミノ、ジビリジルアミノ等が挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~12、特に好ましくは炭素数1~8のアルコキシ基であり、例えばメトキシ、エトキシ、イソプロポキシ、n-ブトキシ、t-ブトキシ等が挙げられる。)、アリールオキシ基(好ましくは炭素数6~10、特に好ましくは炭素数6のアリールオキシ基であり、例えばフェノキシ等が挙げられる。)、ヘテロ環オキシ基(好ましくは炭素数1~10、より好ましくは炭素数2~8、特に好ましくは炭素数4~5のヘテロ環オキシ基であり、例えばチエニルオキシ、ビリジルオキシ等が挙げられる。)、シロキシ基(好ましくは炭素数3~52、より好ましくは炭素数3~39、更に好ましくは炭素数3~33、特に好ましくは炭素数3~27のシロキシ基であり、例えばトリメチルシロキシ、トリエチルシロキシ、トリt-ブチルシロキシ等が挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のアシル基であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイル、テノイル、ニコチノイル等が挙げられる。)、

【0039】アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~16、特に好ましくは炭素数2~12のアルコキシカルボニル基であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニル等が挙げられる。)、アリールオキシカルボニル基(好ましくは炭素数7~20、より好ましくは炭素数7~16、特に好ましくは炭素数7のアリールオキシカルボニル基であり、例えばフェノキシカルボニルなどが挙げられる。)、ヘテロ環オキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数5~6のヘテロ環オキシカルボニル基であり、例えばチエニルオキシカルボニル、ビリジルオキシカルボニル等が挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~16、特に好ましくは炭素数2~12のアシルオキシ基であり、例えばアセトキシ、エチルカルボニルオキシ、ベンゾイルオキシ、ピバロイルオキシ、テノイルオキシ、ニコチノイルオキシ等が挙げられる。)、アシルアミノ

基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~16、特に好ましくは炭素数2~10のアシルアミノ基であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノ、テノイルアミノ、ニコチノイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~16、特に好ましくは炭素数2~12のアルコキシカルボニルアミノ基であり、例えばメトキシカルボニルアミノ等が挙げられる。)、アリールオキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7~20、より好ましくは炭素数7~16、特に好ましくは炭素数7~12のアリールオキシカルボニルアミノ基であり、例えばフェノキシカルボニル等が挙げられる。)、ヘテロ環オキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~21、より好ましくは炭素数2~15、特に好ましくは炭素数5~11のヘテロ環オキシカルボニルアミノ基であり、例えばチエニルオキシカルボニルアミノ等が挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のスルホニルアミノ基であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノ、チオフェンスルホニルアミノ等が挙げられる。)、

【0040】スルファモイル基(好ましくは炭素数0~20、より好ましくは炭素数0~16、特に好ましくは炭素数0~12のスルファモイル基であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイル、チエニルスルファモイル等が挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のカルバモイル基であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイル等が挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のアルキルチオ基であり、例えばメチルチオ、エチルチオ、n-ブチルチオ等が挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~26、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12のアリールチオ基であり、例えばフェニルチオ等が挙げられる。)、ヘテロ環チオ基(好ましくは炭素数1~25、より好ましくは炭素数2~19、特に好ましくは炭素数5~11のヘテロ環チオ基であり、チエニルチオ、ビリジルチオ等が挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のスルホニル基であり、例えばトシル、メシルなどが挙げられる。)、スルフェニル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のスルフェニル基であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニル等が挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数

1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のウレイド基であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイド等が挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のリン酸アミド基であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミド等が挙げられる。)、ヒドロキシル基、メルカプト基、ハロゲン原子(フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシル基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、

【0041】ヘテロ環基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12のヘテロ環基であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子などが挙げられ、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、ピペリジル、モルホリノ、フリル、オキサゾリル、チアゾリル、チエニル、ベンゾオキサゾリル、ベンゾチアゾリル、ベンゾイミダゾリル、プリニル、ピラジニル、ピリミジニル、ピリダジニル、トリアジニル、チアジアゾリル、オキサジアゾリル、セレンエニルなどが挙げられ、置換位置は可能であればどの位置であってもよい。)、シリル基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~20のシリル基であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリル等が挙げられる。)等が挙げられる。これらの置換基はさらに置換されていても、また他の環と縮合していてもよい。また、置換基が2つ以上ある場合には、同じでも異なっていてよく、また可能な場合には連結して環を形成してもよい。置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、アシル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、ヘテロ環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、ハロゲン原子、ヘテロ環基であり、さらに好ましくはアルキル基、ハロゲン原子である。

【0042】Q¹は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。Q¹で表される芳香族炭化水素環としては例えばベンゼン環が挙げられ、Q¹で表される芳香族ヘテロ環としては、例えばピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環、オキサゾール環、チアゾール環、イミダゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、フラン環、チオフエン環、ピロール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、イミダゾピリジン環などが挙げられる。Q¹として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、チアゾール環、オキサゾール環、イミダゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、イミダゾピリジン環で

あり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、トリアジン環、オキサゾール環、チアゾール環、イミダゾール環、ベンゾイミダゾール環、イミダゾピリジン環であり、さらに好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ベンゾイミダゾール環、イミダゾピリジン環である。

【0043】Q¹で表される芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環は置換基を有していてもよく、置換基としてはL¹の置換基として挙げたものが適用できる。Q¹の置換基として好ましくはアルキル基、アリール基、ハロゲン原子、ヘテロ環基であり、さらに好ましくはアルキル基、ハロゲン原子である。

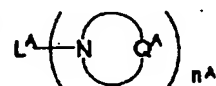
【0044】n¹は2以上の数を表す。n¹は好ましくは2~15であり、より好ましくは2~6であり、さらに好ましくは3~6である。

【0045】一般式(I)で表される化合物のうち、好ましくは下記一般式(A-I)、一般式(B-I)、一般式(C-I)、一般式(D-I)で表される化合物である。

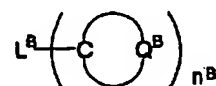
【0046】

【化12】

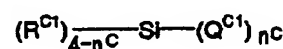
一般式(A-I)



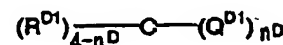
一般式(B-I)



一般式(C-I)



一般式(D-I)



【0047】一般式(A-I)におけるL^Aは二価以上の連結基を表す。L^Aで表される連結基としては一般式(I)における連結基L¹の具体例として挙げたものが適用できる。L^Aとして好ましくは、二価以上の芳香族炭化水素環、二価以上の芳香族ヘテロ環であり、より好ましくは1, 3, 5-ベンゼントリイル基、2, 4, 6-ピリジントリイル基、2, 4, 6-ピリミジントリイル基、2, 4, 6-トリアジントリイル基であり、更に好ましくは1, 3, 5-ベンゼントリイル基、2, 4, 6-トリアジントリイル基であり、特に好ましくは2, 4, 6-トリアジントリイル基である。

【0048】Q^Aは、含窒素芳香族ヘテロ環を形成するに必要な原子群を表し、単環または縮環であってもよ

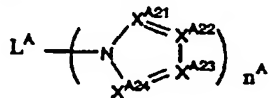
い。Q^Aで形成される含窒素芳香族ヘテロ環として好ましくは5～8員の含窒素芳香族ヘテロ環であり、より好ましくは5～6員の含窒素芳香族ヘテロ環である。Q^Aで形成される含窒素芳香族ヘテロ環の具体例としては、例えばピロール環、イミダゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、オキサトリアゾール環、チアトリアゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズトリアゾール環、ビリジノイミダゾール環、ビリミジノイミダゾール環、ビリダジノイミダゾール環等が挙げられ、好ましくはピロール環、イミダゾール環、ベンズイミダゾール環、ビリジノイミダゾール環であり、より好ましくはベンズイミダゾール環、ビリジノイミダゾール環であり、更に好ましくはベンズイミダゾール環である。複数のQ^Aは同一でもよく、互いに異なってもよい。また、L^A、Q^Aは置換基を有してもよく、置換基としては例えば一般式(I)におけるL¹の置換基として挙げたものが適用できる。n^Aは2以上の数を表す。n^Aは好ましくは2～6であり、より好ましくは2～3であり、更に好ましくは3である。

【0049】一般式(A-I)で表される化合物のうち、より好ましくは下記一般式(A-II)で表される化合物である。

【0050】

【化13】

一般式(A-II)



【0051】一般式(A-II)中、L^Aおよびn^Aは、それぞれ一般式(A-I)におけるそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。X^{A21}、X^{A22}、X^{A23}およびX^{A24}は、それぞれ窒素原子またはC-R(Rは水素原子または置換基を表す。)を表し、可能な場合にはそれぞれが連結して環を形成してもよい。Rで表される置換基としては、例えば一般式(I)におけるL¹の置換基として挙げたものが適用できる。Rとして好ましくは、水素原子、脂肪族炭化水素基、シリル基、および連結して環を形成したものであり、より好ましくは水素原子、脂肪族炭化水素基、および連結して環を形成したものであり、更に好ましくは水素原子、アルキル基(好ましくは炭素数1～16、より好ましくは炭素数1～12、更に好ましくは炭素数1～6のアルキル基)、および連結して環(環として好ましくは5～7員環、より好ましくは5または6員環、更に好ましくは6員環、更に好ましくは6員の芳香環、特に好ましくはベンゼン環またはビリジン環)を形成したものである。X^{A21}として好ましくはC-Rであり、より好ましくはRが水素原子、アルキル基の場合であり、更に好ましくはRが水素

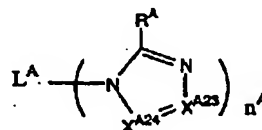
原子または無置換アルキル基の場合であり、特に好ましくはRが水素原子またはメチル基の場合である。X^{A21}として好ましくは窒素原子である。X^{A21}およびX^{A24}として好ましくはC-Rであり、より好ましくはRを介してX^{A21}とX^{A24}が連結して環(環として好ましくは5～7員環、より好ましくは5または6員環、更に好ましくは6員環、更に好ましくは6員の芳香環、特に好ましくはベンゼン環またはビリジン環)を形成したものである。なお、上記Rは複数の場合には同一でもよく、互いに異なってもよい。

【0052】一般式(A-I)で表される化合物のうち、更に好ましくは下記一般式(A-III)で表される化合物である。

【0053】

【化14】

一般式(A-III)

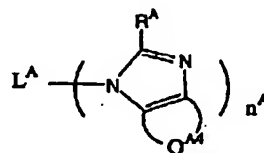


【0054】一般式(A-III)中、L^Aおよびn^Aは、それぞれ一般式(A-I)におけるそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。X^{A21}およびX^{A24}は、それぞれ一般式(A-II)におけるそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。R^Aは、水素原子または置換基を表す。R^Aで表される置換基としては、例えば一般式(I)におけるL¹の置換基として挙げたものが適用できる。R^Aとして好ましくは水素原子、脂肪族炭化水素基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基であり、更に好ましくは水素原子、炭素数1～16のアルキル基であり、特に好ましくは水素原子および炭素数1～6のアルキル基であり、最も好ましくは水素原子およびメチル基である。一般式(A-I)で表される化合物のうち、更に好ましくは下記一般式(A-IV)で表される化合物である。

【0055】

【化15】

一般式(A-IV)



【0056】一般式(A-IV)中、L^Aおよびn^Aは、それぞれ一般式(A-I)におけるそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。R^Aは一般式(A-III)におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。Q^{A*}は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を形成する原子群を表す。Q^{A*}で形成される芳香

19

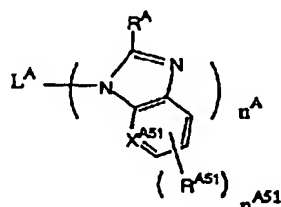
族環としては、例えばベンゼン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環などが挙げられ、好ましくはベンゼン環およびピリジン環が挙げられる。

【0057】一般式(A-I)で表される化合物のうち、更に好ましくは下記一般式(A-V)で表される化合物である。

【0058】

【化16】

一般式(A-V)



【0059】一般式(A-V)中、L^Aおよびn^Aは、それぞれ一般式(A-I)におけるそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。R^Aは一般式(A-II I)におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。X^A51は、窒素原子またはC-R^X (R^Xは水素原子または置換基を表す。)を表す。R^Xで表される置換基としては、例えば一般式(I)におけるL^1の置換基として挙げたものが適用できる。R^Xとして好ましくは、水素原子、脂肪族炭化水素基、ハロゲン原子であり、より好ましくは水素原子、アルキル基(好ましくは炭素数1~16、より好ましくは炭素数1~12、更に好ましくは炭素数1~6のアルキル基)、アリール基

(好ましくは炭素数6~20、より好ましくは炭素数6~16、更に好ましくは炭素数6~12のアリール基)であり、更に好ましくは水素原子、アルキル基であり、特に好ましくは水素原子である。X^A51として好ましくは窒素原子およびCHであり、特に好ましくはCHである。R^A51は置換基を表す。R^A51で表される置換基としては、例えば一般式(I)におけるL^1の置換基として挙げたものが適用できる。R^A51として好ましくは、脂肪族炭化水素基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、更に好ましくは炭素数1~12の脂肪族炭化水素基)、アリール基(好ましくは炭素数6~20、より好ましくは炭素数6~16、更に好ましくは炭素数6~12のアリール基)、ハロゲン原子、シ

アノ基であり、より好ましくはアルキル基(好ましくは炭素数1~16、より好ましくは炭素数1~12、更に好ましくは炭素数1~6のアルキル基)、アリール基(好ましくは炭素数6~20、より好ましくは炭素数6~16、更に好ましくは炭素数6~12のアリール基)であり、更に好ましくはアルキル基である。n^A51は0~3の整数を表し、好ましくは0~2、より好ましくは0または1、特に好ましくは0である。

【0060】一般式(A-I)で表される化合物のう

20

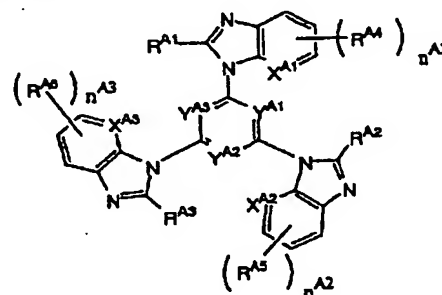
ち、更に好ましくは下記一般式(A)で表される化合物である。一般式(A)で表されるアゾール化合物は、特に、発光層に隣接する層を構成する有機材料として好ましく用いられる。

【0061】

【化17】

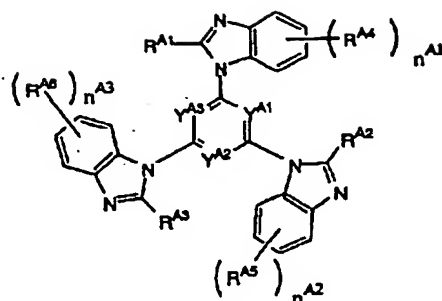
一般式(A)

10



21

一般式 (A-a)



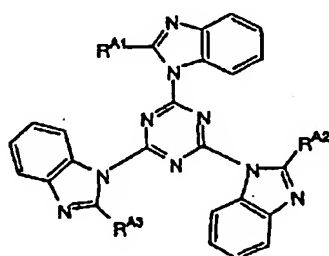
【0065】一般式 (A-a) 中、 R^{A1} 、 R^{A2} および R^{A3} は、それぞれ一般式 (A-III) における R^A と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 R^{A4} 、 R^{A5} および R^{A6} は、それぞれ一般式 (A-V) における R^{A1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 n^{A1} 、 n^{A2} および n^{A3} は、それぞれ一般式 (A-V) における n^{A1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 Y^{A1} 、 Y^{A2} および Y^{A3} は、それぞれ一般式 (A) におけるそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0066】一般式 (A-I) で表される化合物のうち、中でも好ましくは下記一般式 (A-b) または (A-c) で表される化合物である。

【0067】

【化19】

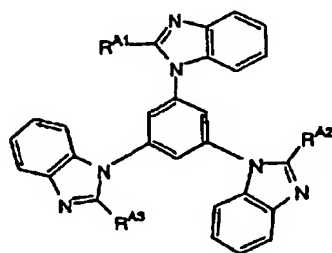
一般式 (A-b)



【0068】

【化20】

一般式 (A-c)



【0069】式中、 R^{A1} 、 R^{A2} および R^{A3} は、それぞれ一般式 (A-III) における R^A と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

22

【0070】次に、一般式 (B-I) で表される化合物について説明する。一般式 (B-I) における L^* は二価以上の連結基を表す。 L^* で表される連結基としては、一般式 (I) における連結基 L^1 の具体例として挙げたものが適用できる。 L^* として好ましくは、二価以上の芳香族炭化水素環、二価以上の芳香族ヘテロ環であり、さらに好ましくは 1, 3, 5-ベンゼントリイル基、2, 4, 6-トリアジントリイル基である。 Q^* は、C と結合して芳香族ヘテロ環を形成するのに必要な原子を表す。 Q^* で形成される芳香族ヘテロ環として好ましくは 5~8 員の芳香族ヘテロ環であり、さらに好ましくは 5~6 員の芳香族ヘテロ環であり、特に好ましくは 5~6 員の含窒素芳香族ヘテロ環である。

【0071】 Q^* で形成される芳香族ヘテロ環の具体例としては、例えばイミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、セレナゾール環、テルラゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、オキサトリアゾール環、チアトリアゾール環、ビリミジン環、ピリダジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジン環等が挙げられ、好ましくはイミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアジン環であり、より好ましくはイミダゾール環、オキサゾール環、トリアジン環であり、更に好ましくはイミダゾール環、トリアジン環である。 Q^* で形成される芳香族ヘテロ環は、更に他の環と縮合環を形成してもよく、また、置換基を有していてもよい。置換基としては例えば一般式 (I) の L^1 で表される基の置換基として挙げたものが適用できる。 Q^* の置換基として好ましくはアルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヘテロ環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、ヘテロ環基であり、更に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、芳香族ヘテロ環基であり、特に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、芳香族ヘテロ環基である。

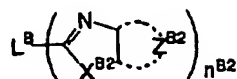
【0072】一般式 (B-I) における n^* は 2 以上の整数を表し、好ましくは 2~8、より好ましくは 2~6、さらに好ましくは 2~4 であり、特に好ましくは 2~3 であり、最も好ましくは 3 である。

【0073】一般式 (B-I) で表される化合物のうち、さらに好ましくは下記一般式 (B-II) で表される化合物である。

【0074】

【化21】

一般式 (B-II)



【0075】一般式 (B-II) 中、 L^B は一般式 (B-I) における L^A と同義であり、また好ましい範囲も同等である。一般式 (B-II) における X^{B2} は $-O-$ 、 $-S-$ または $=N-R^{B2}$ を表す。 R^{B2} は水素原子、脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基、ヘテロ環基を表す。 R^{B2} で表される脂肪族炭化水素基は、直鎖、分岐または環状のアルキル基 (好ましくは炭素数 1~20、より好ましくは炭素数 1~12、特に好ましくは炭素数 1~8 のアルキル基であり、例えばメチル、エチル、*iso*-ブロピル、*tert*-ブチル、*n*-オクチル、*n*-デシル、*n*-ヘキサデシル、シクロブロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル等が挙げられる。)、アルケニル基 (好ましくは炭素数 2~20、より好ましくは炭素数 2~12、特に好ましくは炭素数 2~8 のアルケニル基であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニル等が挙げられる。)、アルキニル基 (好ましくは炭素数 2~20、より好ましくは炭素数 2~12、特に好ましくは炭素数 2~8 のアルキニル基であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニル等が挙げられる。) であり、より好ましくはアルキル基である。

【0076】 R^{B2} で表されるアリール基は、単環または縮環のアリール基であり、好ましくは炭素数 6~30、より好ましくは炭素数 6~20、更に好ましくは炭素数 6~12 のアリール基であり、例えばフェニル、2-メチルフェニル、3-メチルフェニル、4-メチルフェニル、2-メトキシフェニル、3-トリフルオロメチルフェニル、ペンタフルオロフェニル、1-ナフチル、2-ナフチル等が挙げられる。 R^{B2} で表されるヘテロ環基は、単環または縮環のヘテロ環基 (好ましくは炭素数 1~20、より好ましくは炭素数 1~12、更に好ましくは炭素数 2~10 のヘテロ環基) であり、好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子の少なくとも一つを含む芳香族ヘテロ環基である。 R^{B2} で表されるヘテロ環基の具体例としては、例えばピロリジン、ピペリジン、ピペラジン、モルフォリン、チオフェン、セレンフェン、フラン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、ビリジン、ピラジン、ピリダジン、ピリミジン、トリアゾール、トリアジン、インドール、インダゾール、プリン、チアゾリン、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾリン、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、プテリジン、アクリジン、フェナントロリン、フェナジン、テトラゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、ベンゾトリアゾール、テトラザインデン、カル

バゾール、アゼピン等が挙げられ、好ましくは、フラン、チオフェン、ビリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、キノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリンであり、より好ましくはフラン、チオフェン、ビリジン、キノリンであり、更に好ましくはキノリンである。

【0077】 R^{B2} で表される脂肪族炭化水素基、アリール基、ヘテロ環基は置換基を有していてもよく、置換基としては一般式 (I) における L^A で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい置換基も同様である。 R^{B2} として好ましくはアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であり、より好ましくはアリール基、芳香族ヘテロ環基であり、更に好ましくはアリール基である。 X^{B2} として好ましくは $-O-$ 、 $=N-R^{B2}$ であり、より好ましくは $=N-R^{B2}$ であり、特に好ましくは $N-Ar^{B2}$ (Ar^{B2} はアリール基 (好ましくは炭素数 6~30、より好ましくは炭素数 6~20、更に好ましくは炭素数 6~12 のアリール基)、芳香族ヘテロ環基 (好ましくは炭素数 1~20、より好ましくは炭素数 1~12、更に好ましくは炭素数 2~10 の芳香族ヘテロ環基) であり、好ましくはアリール基である。) である。

【0078】 Z^{B2} は芳香族環を形成するに必要な原子群を表す。 Z^{B2} で形成される芳香族環は芳香族炭化水素環、芳香族ヘテロ環のいずれでもよく、具体例としては、例えばベンゼン環、ビリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環、ピロール環、フラン環、チオフェン環、セレンフェン環、テルロフェン環、イミダゾール環、チアゾール環、セレナゾール環、テルラゾール環、チアジアゾール環、オキサジアゾール環、ピラゾール環などが挙げられ、好ましくはベンゼン環、ビリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環であり、より好ましくはベンゼン環、ビリジン環、ピラジン環であり、更に好ましくはベンゼン環、ビリジン環であり、特に好ましくはビリジン環である。 Z^{B2} で形成される芳香族環は更に他の環と縮合環を形成してもよく、また置換基を有していてもよい。置換基としては例えば一般式 (I) における L^A で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、 Z^{B2} で形成される芳香族環の置換基として好ましくはアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヘテロ環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、ヘテロ環基であり、更に好まし

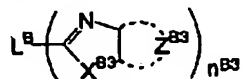
くはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、芳香族ヘテロ環基であり、特に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、芳香族ヘテロ環基である。

【0079】一般式(B-II)で表される化合物のうち、さらに好ましくは下記一般式(B-III)で表される化合物である。

【0080】

【化22】

一般式(B-III)



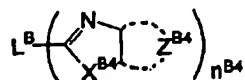
【0081】一般式(B-III)中、L*は一般式(B-I)におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。X^B3は一般式(B-II)中のX^Bと、n^B3は一般式(B-II)中のn^Bとそれぞれ同義であり、また好ましい範囲も同様である。Z^B3は芳香族ヘテロ環を形成するに必要な原子群を表す。Z^B3で形成される芳香族ヘテロ環として好ましくは5または6員の芳香族ヘテロ環であり、より好ましくは5または6員の含窒素芳香族ヘテロ環である。Z^B3で形成される芳香族ヘテロ環の具体例としては、例えばフラン、チオフェン、ピラン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、ビリジン、ピラジン、ビリミジン、ビリダジン、トリアジン、チアゾール、オキサゾール、イソチアゾール、イソオキサゾール、チアジアゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、セレナゾール、テルラゾールなどが挙げられ、好ましくはビリジン、ピラジン、ビリミジン、ビリダジンであり、より好ましくはビリジン、ピラジンであり、更に好ましくはビリジンである。Z^B3で形成される芳香族ヘテロ環は更に他の環と縮合環を形成してもよく、また置換基を有してもよい。置換基としては一般式(I)のL^1で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。

【0082】一般式(B-II)で表される化合物のうち、より好ましくは下記一般式(B-IV)で表される化合物である。

【0083】

【化23】

一般式(B-IV)



【0084】一般式(B-IV)中、L*は一般式(B-I)におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。X^B4は一般式(B-II)中のX^Bと、n^B4は

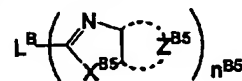
一般式(B-II)中のn^Bとそれぞれ同義であり、また好ましい範囲も同様である。Z^B4は含窒素芳香族ヘテロ環を形成するに必要な原子群を表す。Z^B4で形成される含窒素芳香族ヘテロ環として好ましくは5または6員の含窒素芳香族ヘテロ環であり、より好ましくは6員の含窒素芳香族ヘテロ環である。Z^B4で形成される含窒素芳香族ヘテロ環の具体例としては、例えばピロール、イミダゾール、ピラゾール、ビリジン、ピラジン、ビリミジン、ビリダジン、トリアジン、チアゾール、オキサゾール、イソチアゾール、イソオキサゾール、チアジアゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、セレナゾール、テルラゾールなどが挙げられ、好ましくはビリジン、ピラジン、ビリミジン、ビリダジンであり、より好ましくはビリジン、ピラジンであり、更に好ましくはビリジンである。Z^B4で形成される芳香族ヘテロ環は更に他の環と縮合環を形成してもよく、また置換基を有してもよい。置換基としては一般式(I)のL^1で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。

【0085】一般式(B-II)で表される化合物のうち、更に好ましくは下記一般式(B-V)で表される化合物である。

【0086】

【化24】

一般式(B-V)



【0087】一般式(B-V)中、L*は一般式(B-I)におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。X^B5は一般式(B-II)中のX^Bと、n^B5は一般式(B-II)中のn^Bとそれぞれ同義であり、また好ましい範囲も同様である。Z^B5は6員の含窒素芳香族ヘテロ環を形成するに必要な原子群を表す。Z^B5で形成される6員の含窒素芳香族ヘテロ環の具体例としては、例えばビリジン、ピラジン、ビリミジン、ビリダジン、トリアジンなどが挙げられ、好ましくはビリジン、ピラジン、ビリミジン、ビリダジンであり、より好ましくはビリジン、ピラジンであり、更に好ましくはビリジンである。Z^B5で形成される6員の含窒素芳香族ヘテロ環は更に他の環と縮合環を形成してもよく、また置換基を有してもよい。置換基としては一般式(I)のL^1で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。

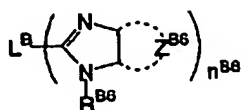
【0088】一般式(B-II)で表される化合物のうち、更に好ましくは下記一般式(B-VI)で表される化合物である。

【0089】

【化25】

27

一般式 (B-VI)



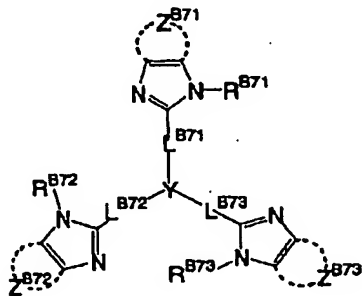
【0090】一般式 (B-VI) 中、 L^B は一般式 (B-I) におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。 X^{B6} は一般式 (B-II) 中の X^{B1} と、 n^{B6} は一般式 (B-II) 中の n^{B1} とそれぞれ同義であり、また好ましい範囲も同様である。また Z^{B6} は一般式 (B-V) 中の Z^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 R^{B6} は一般式 (B-II) 中の R^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0091】一般式 (B-II) で表される化合物のうち、更に好ましくは下記一般式 (B-VII) で表される化合物である。

【0092】

【化26】

一般式 (B-VI)



【0093】一般式 (B-VII) 中、 R^{B71} 、 R^{B72} および R^{B73} は、それぞれ一般式 (B-II) における R^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 Z^{B71} 、 Z^{B72} および Z^{B73} は、それぞれ一般式 (B-V) における Z^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 L^{B71} 、 L^{B72} および L^{B73} は、それぞれ連結基を表す。 L^{B71} 、 L^{B72} および L^{B73} の具体例としては、一般式 (I) における L^1 の具体例として挙げたものが適用でき、 L^{B71} 、 L^{B72} および L^{B73} として好ましくは、単結合、二価の芳香族炭化水素環基、二価の芳香族ヘテロ環基、およびこれらの組み合わせからなる連結基であり、より好ましくは単結合である。 L^{B71} 、 L^{B72} および L^{B73} は置換基を有していてもよく、置換基としては一般式 (I) の L^1 で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。

【0094】Y は、窒素原子、1, 3, 5-ベンゼントリイル基、または 2, 4, 6-トリアジントリイル基を表す。1, 3, 5-ベンゼントリイル基は 2, 4, 6-位に置換基を有していてもよく、置換基としては例えばアルキル基、芳香族炭化水素環基、ハロゲン原子などが

28

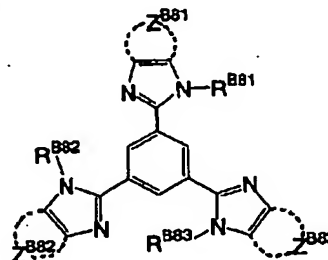
挙げられる。

【0095】一般式 (B-II) で表される化合物のうち、特に好ましくは下記一般式 (B-VIII) で表される化合物である。

【0096】

【化27】

一般式 (B-VII)



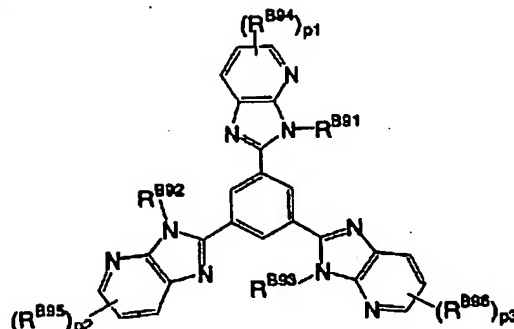
【0097】一般式 (B-VIII) 中、 R^{B81} 、 R^{B82} および R^{B83} は、それぞれ一般式 (B-II) における R^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 Z^{B81} 、 Z^{B82} および Z^{B83} は、それぞれ一般式 (B-V) における Z^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0098】一般式 (B-II) で表される化合物のうち、最も好ましくは下記一般式 (B-IX) で表される化合物である。

【0099】

【化28】

一般式 (B-IX)



【0100】一般式 (B-IX) 中、 R^{B91} 、 R^{B92} および R^{B93} は、それぞれ一般式 (B-II) における R^{B1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 R^{B94} 、 R^{B95} および R^{B96} は、それぞれ置換基を表し、置換基としては一般式 (I) の L^1 で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。また可能な場合、置換基同士が連結して環を形成してもよい。 $p1$ 、 $p2$ および $p3$ は、それぞれ 0~3 の整数を表し、好ましくは 0~2、より好ましくは 0 または 1、更に好ましくは 0 である。

【0101】次に、一般式 (C-I) で表される化合物について説明する。 Q^{C1} は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。 Q^{C2} で表される芳香族炭化水素環と

しては例えばベンゼン環、ナフタレン環が挙げられ、 Q^{c1} で表される芳香族ヘテロ環としては、例えばピリジン環、ピラジン環、ビリミジン環、ビリダジン環、トリアジン環、オキサゾール環、チアゾール環、イミダゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、フラン環、チオフェン環、ピロール環などが挙げられる。 Q^{c1} として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、トリアジン環、チアジアゾール環、オキサジアゾール環であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、トリアジン環、チア

ジアゾール環であり、さらに好ましくは、ベンゼン環、トリアジン環である。 Q^{c1} で表される芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環は他の環で縮環されていても、また置換基を有していてもよく、置換基としては一般式

(I) の L^1 で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。

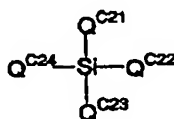
【0102】 R^{c1} は水素原子または脂肪族炭化水素基を表す。 R^{c1} として好ましくは脂肪族炭化水素基であり、より好ましくはアルキル基、アルケニル基である。 n^c は2~4の整数を表す。 n^c として好ましくは3または4であり、より好ましくは4である。このとき、例えば n^c が2であれば、同種の Q^{c1} がSiに置換してもよく、二種の異なる Q^{c1} がSiに置換していてもよい。

【0103】一般式(C-I)で表される化合物のうち、より好ましくは下記一般式(C-II)で表される化合物である。

【0104】

【化29】

一般式(C-II)



【0105】一般式(C-II)中、 Q^{c21} 、 Q^{c22} 、 Q^{c23} および Q^{c24} は、一般式(C-I)の Q^{c1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 $Q^{c21} \sim Q^{c24}$ は同種でも異なってもよい。

【0106】次に、一般式(D-I)で表される化合物について説明する。 Q^{o1} は芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環を表す。 Q^{o1} で表される芳香族炭化水素環としてはベンゼン環が挙げられ、 Q^{o1} で表される芳香族ヘテロ環としては、ピリジン環、ピラジン環、ビリミジン環、ビリダジン環、トリアジン環、オキサゾール環、チアゾール環、イミダゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、フラン環、チオフェン環、ピロール環などが挙げられる。 Q^{o1} として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、トリアジン環、チア

ジアゾール環、オキサジアゾール環であり、さらに好ましくは、ベンゼン環、トリアジン環である。 Q^{o1} で表される芳香族炭化水素環または芳香族ヘテロ環は他の環で縮環されていても、また置換基を有していてもよく、置換基としては一般式(I)の L^1 で表される基の置換基として挙げたものが適用でき、また好ましい範囲も同様である。

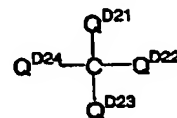
【0107】 R^{o1} は水素原子または脂肪族炭化水素基を表す。 R^{o1} として好ましくは脂肪族炭化水素基であり、より好ましくはアルキル基、アルケニル基である。 n^o は2~4の整数を表す。 n^o として好ましくは3または4であり、より好ましくは4である。このとき、例えば n^o が2であれば、同種の Q^{o1} がCに置換してもよく、二種の異なる Q^{o1} がCに置換していてもよい。

【0108】一般式(D-I)で表される化合物のうち、より好ましくは下記一般式(D-II)で表される化合物である。

【0109】

【化30】

一般式(D-II)



【0110】一般式(D-II)中、 Q^{o21} 、 Q^{o22} 、 Q^{o23} および Q^{o24} は、一般式(D-I)の Q^{o1} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 $Q^{o21} \sim Q^{o24}$ は同種でも異なってもよい。

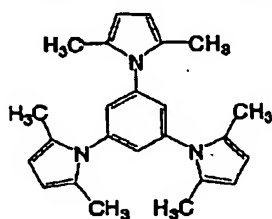
【0111】本発明に用いられる前記ホスト材料および前記発光層に隣接する層に含まれる有機材料は、一般式(I)もしくは一般式(II)で表される骨格がポリマー主鎖に接続された高分子量化合物(好ましくは重量平均分子量1000~5000000、より好ましくは2000~2000000、更に好ましくは10000~1000000)または、一般式(I)もしくは一般式(II)で表される骨格を主鎖に持つ高分子量化合物(好ましくは重量平均分子量1000~5000000、より好ましくは2000~2000000、更に好ましくは10000~1000000)であってもよい。高分子量化合物の場合は、ホモポリマーであってもよく、また他の骨格との共重合体であってもよい。共重合体の場合にはランダム共重合体でもブロック共重合体でもよい。本発明に用いられる前記ホスト材料および前記発光層に隣接する層に含まれる有機材料は、好ましくは低分子量化合物または一般式(I)もしくは一般式(II)で表される骨格がポリマー主鎖に接続された高分子量化合物であり、より好ましくは低分子量化合物である。また、本発明に用いられる前記ホスト材料および前記発光層に隣接する層に含まれる有機材料は、一般式(I)も

31

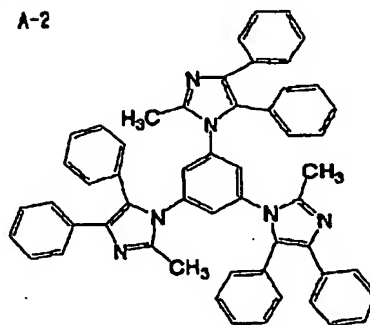
しくは一般式(II)で表される骨格が金属と結合して錯体を形成したものでよい。

【0112】以下に、一般式(I)もしくは一般式(I')で表される化合物の具体例を列記するが、本発明はこれらに限定されるものではない。尚、例示化合物A-1~A-33は、一般式(A-I)の具体例であり、例示化合物B-1~B-62は、一般式(B-I)の具体*

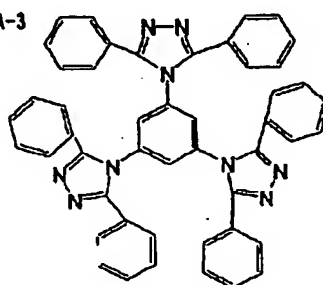
A-1



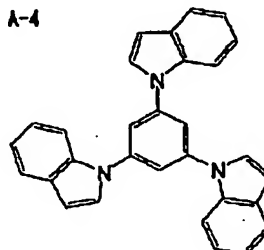
A-2



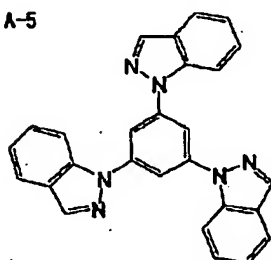
A-3



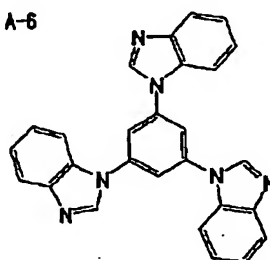
A-4



A-5



A-6



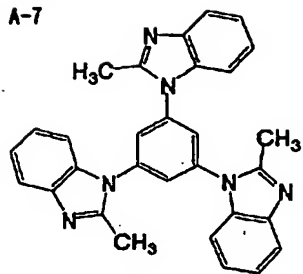
【0114】

【化32】

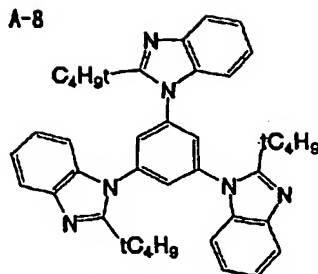
*例であり、例示化合物C-1~C-72は、一般式(C-I)の具体例であり、例示化合物D-1~D-75は、一般式(D-I)の具体例であり、例示化合物E-1~E-5は、その他の具体例である。

【0113】

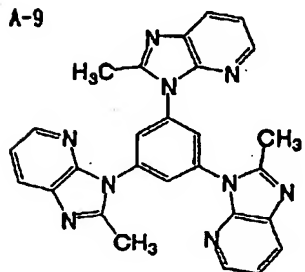
【化31】

33
A-7

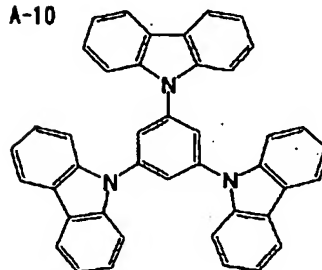
A-8



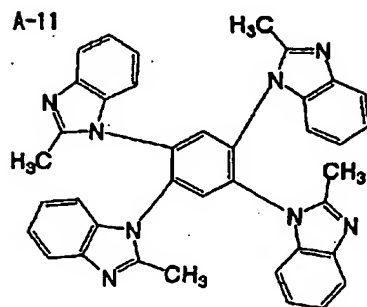
A-9



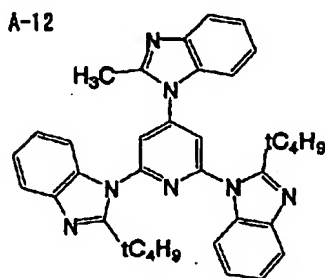
A-10



A-11

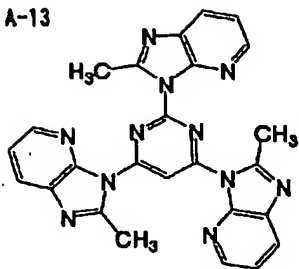


A-12

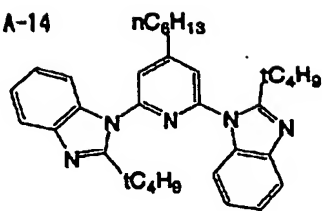


[0115]

[化33]

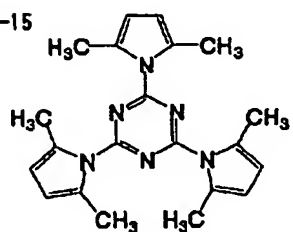
35
A-13

A-14

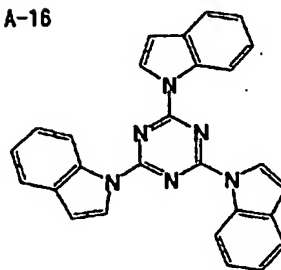


36

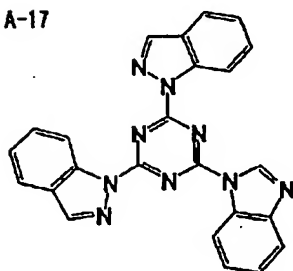
A-15



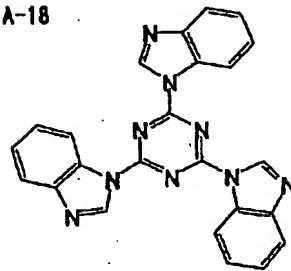
A-16



A-17

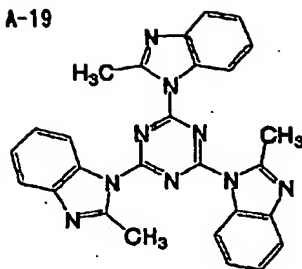


A-18

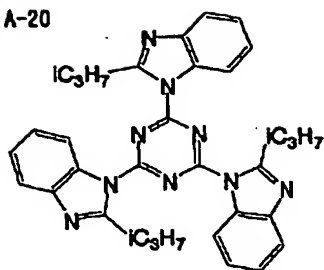


[0116]

[化34]

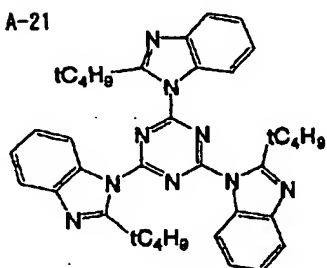
37
A-19

A-20

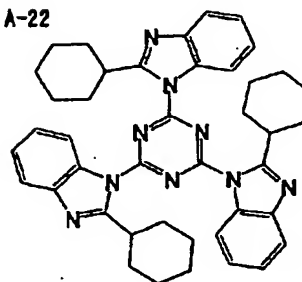


38

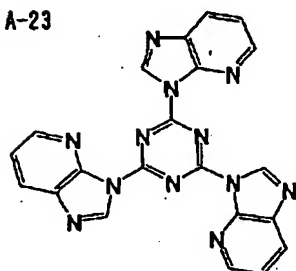
A-21



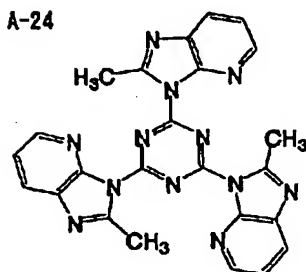
A-22



A-23

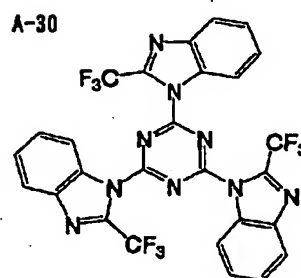
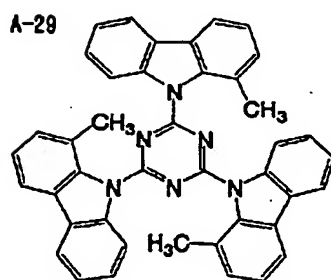
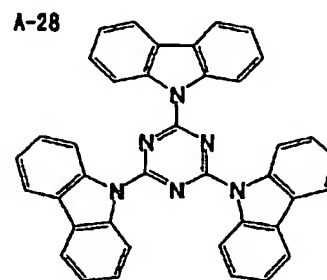
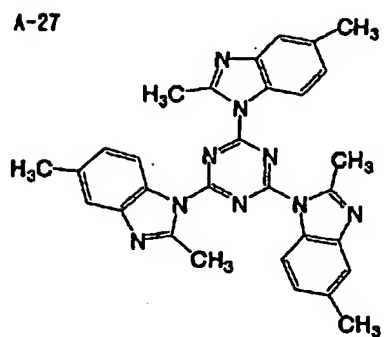
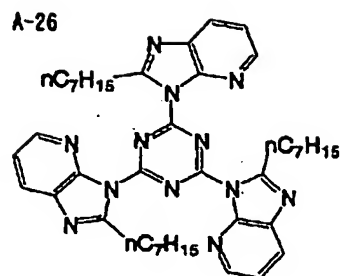
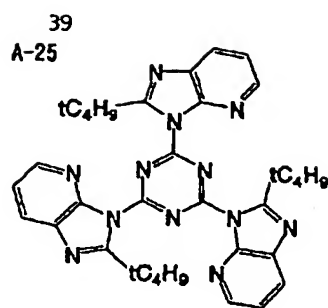


A-24



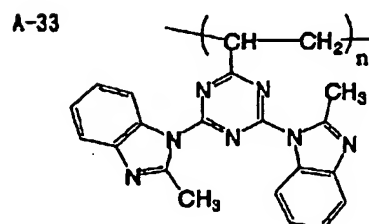
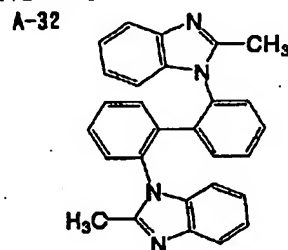
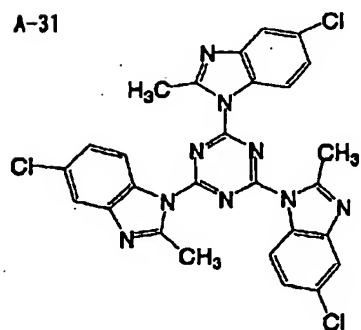
[0117]

[化35]



[0118]

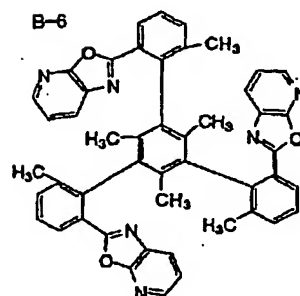
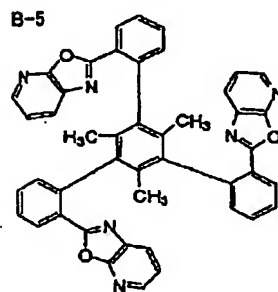
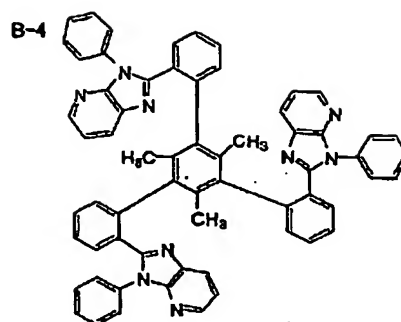
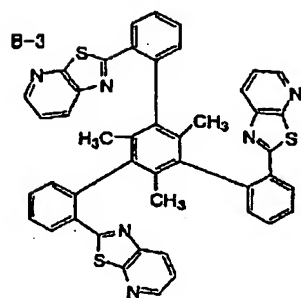
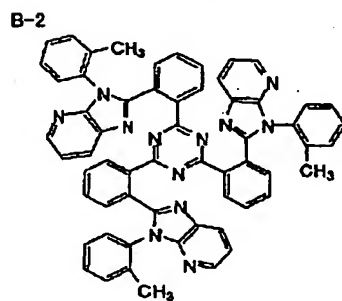
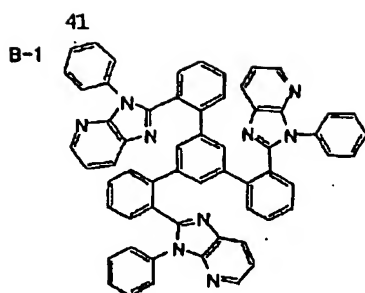
30 [化36]



重量平均分子量 14100
(ポリスチレン換算)

[化37]

[0119]

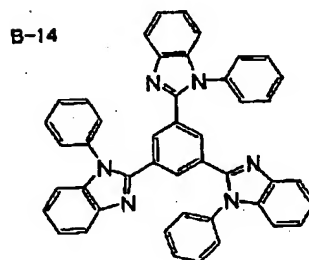
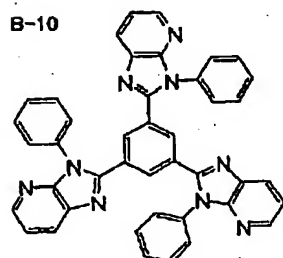
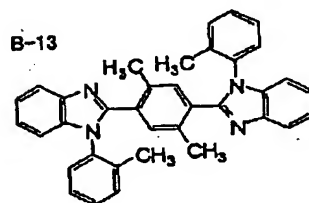
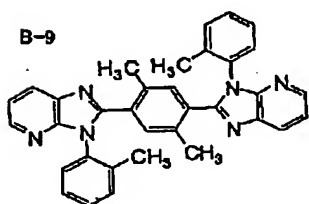
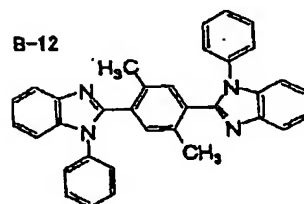
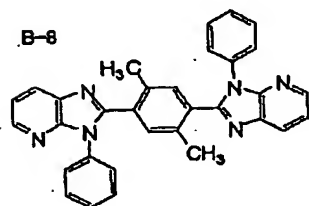
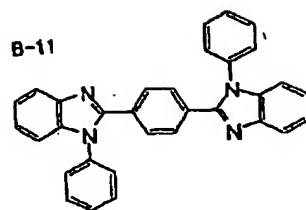
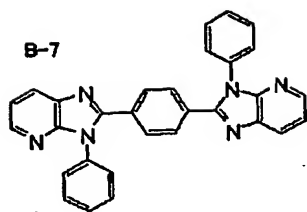


[0120]

[化38]

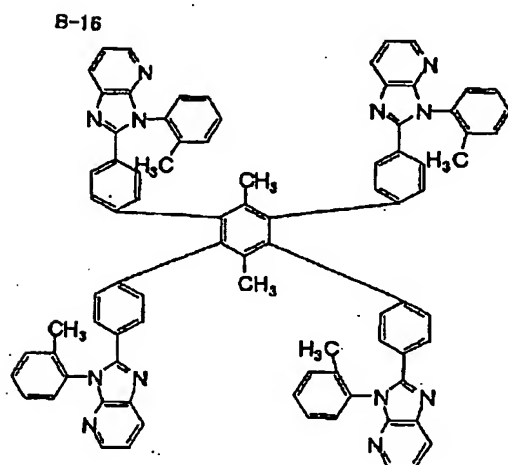
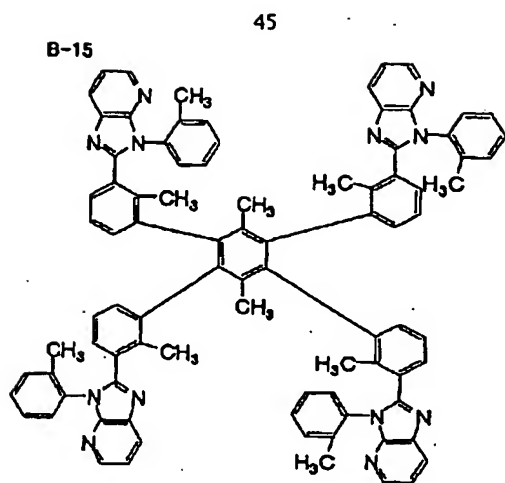
43

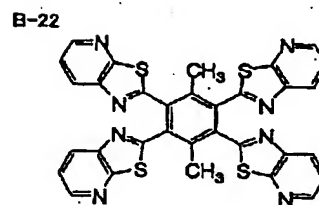
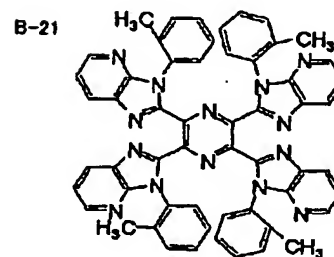
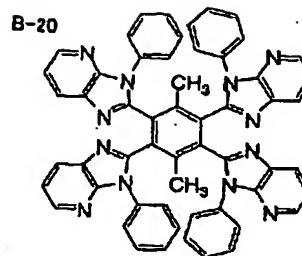
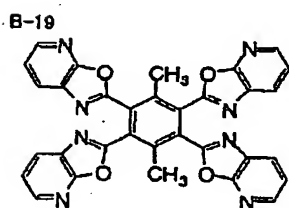
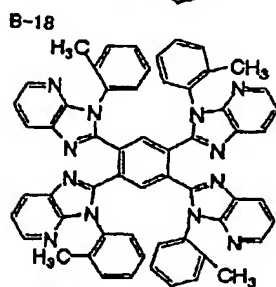
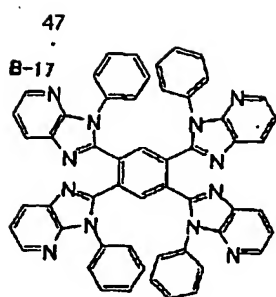
44



{0121}
{化39}

[0122]
[化40]

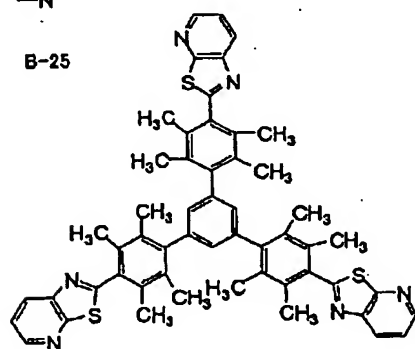
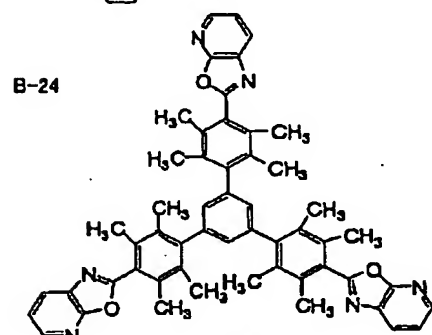
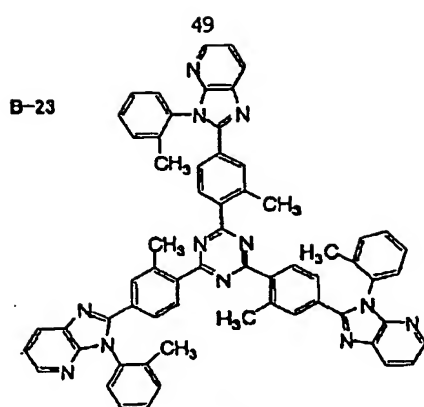




【0123】

【化41】

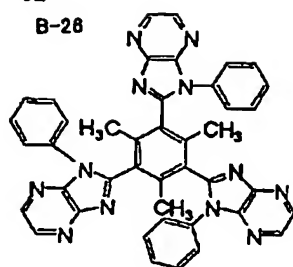
[0124]
[化42]



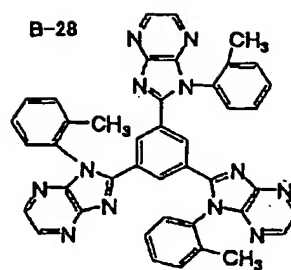
51

52

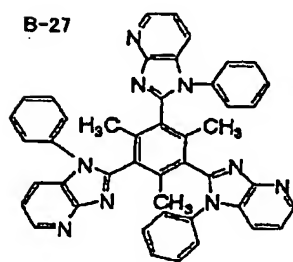
B-26



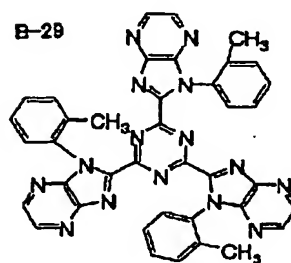
B-28



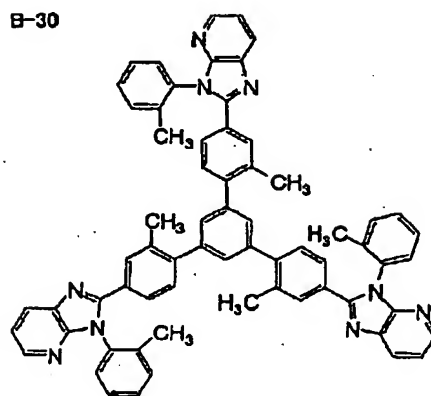
B-27



B-29



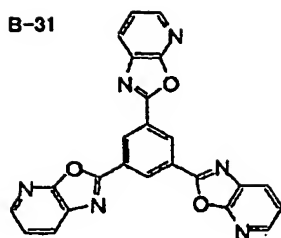
B-30



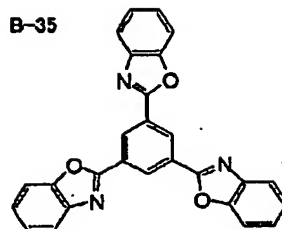
【0125】

【化43】

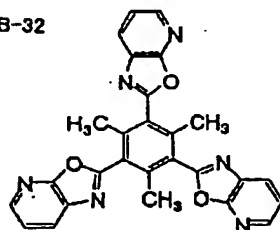
B-31



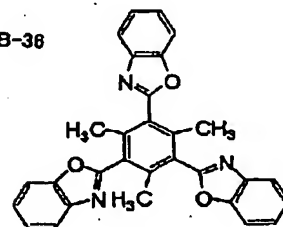
B-35



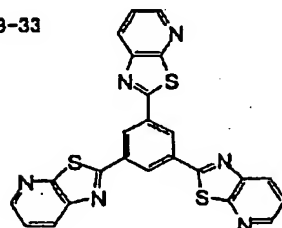
B-32



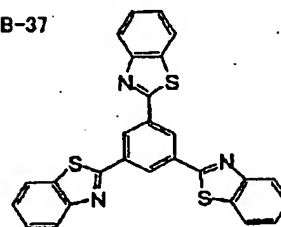
B-36



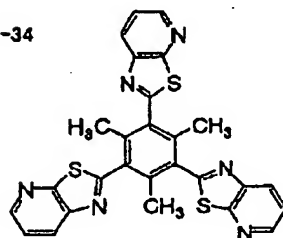
B-33



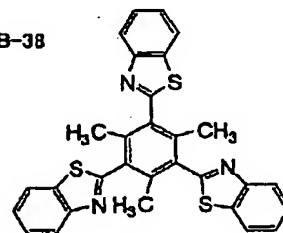
B-37



B-34



B-38

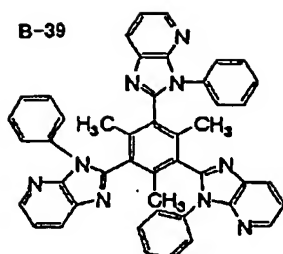


【0126】

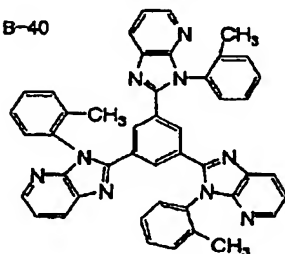
【化44】

55

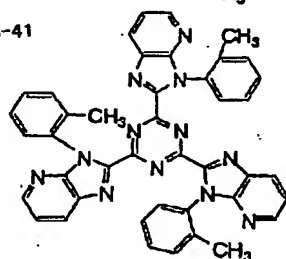
B-39



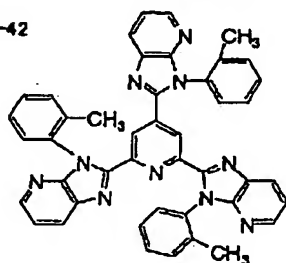
B-40



B-41

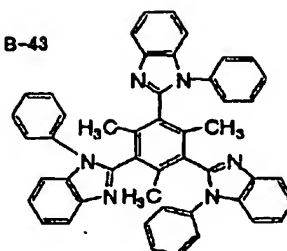


B-42

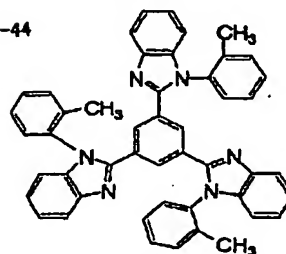


56

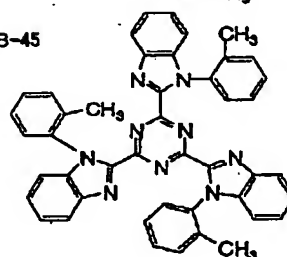
B-43



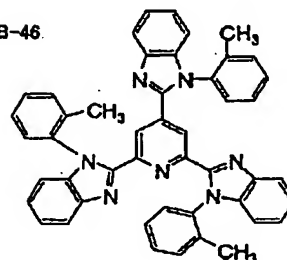
B-44



B-45

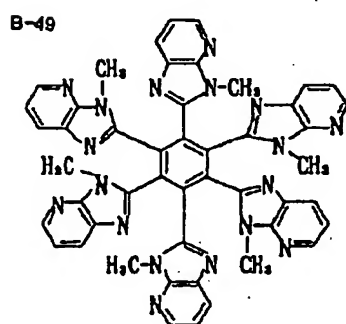
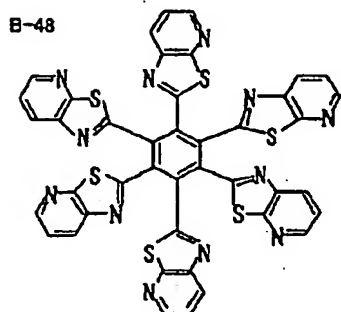
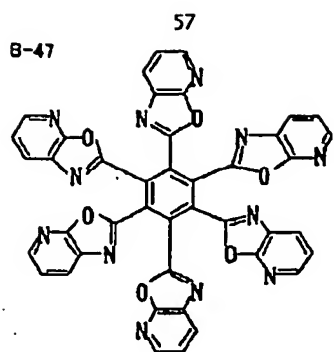


B-46

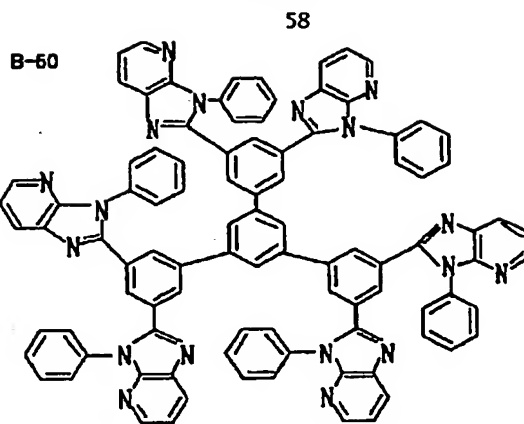


[0127]

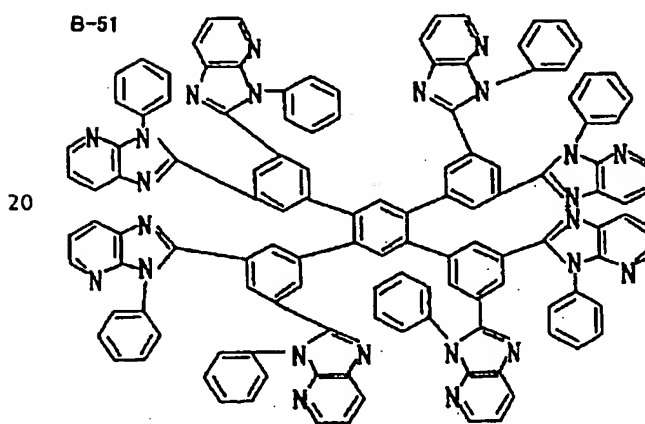
[化45]



[0128]
[化46]



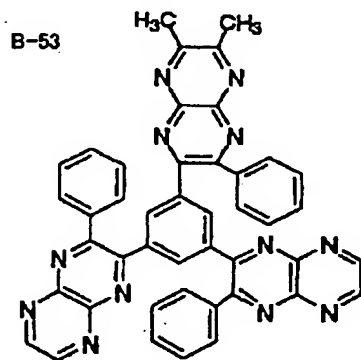
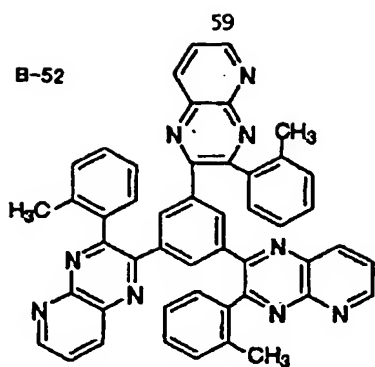
10



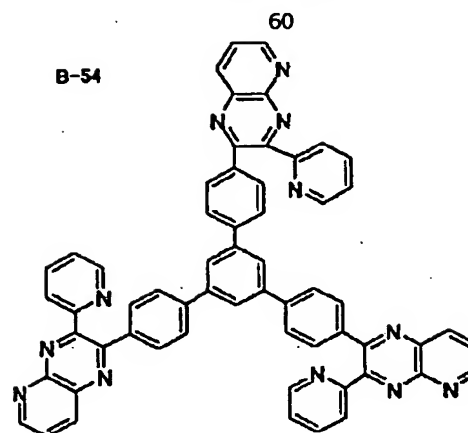
20

[0129]
[化47]

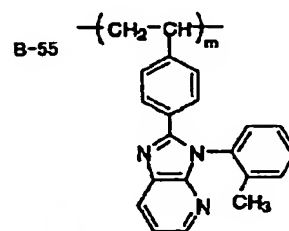
30



[0130]
[化48]

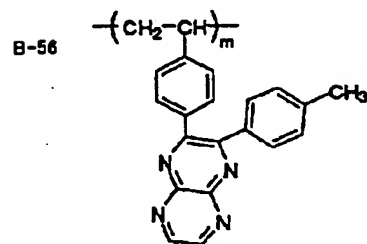


10



20

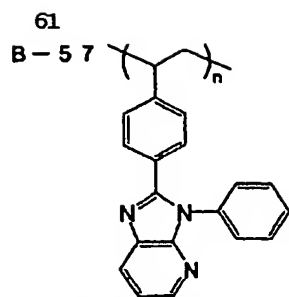
質量平均分子量 21,000 (ポリスチレン換算)



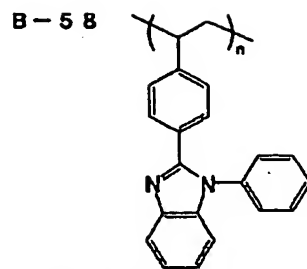
30

[0131]
[化49]

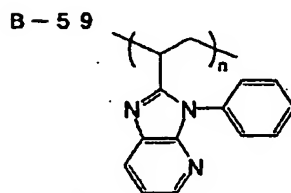
質量平均分子量 14,000 (ポリスチレン換算)



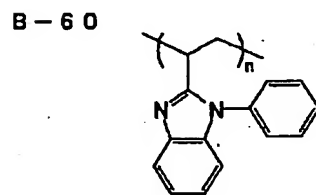
重量平均分子量84,000
(ポリスチレン換算)



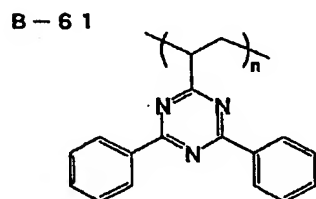
重量平均分子量100,000
(ポリスチレン換算)



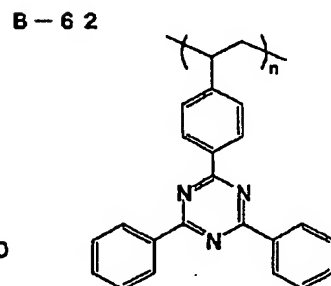
重量平均分子量71,000
(ポリスチレン換算)



重量平均分子量14,000
(ポリスチレン換算)



重量平均分子量32,000
(ポリスチレン換算)

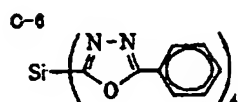
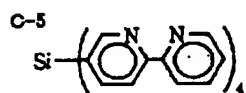
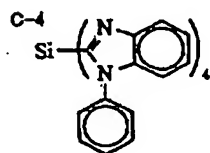
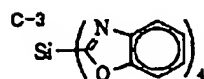
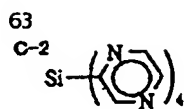
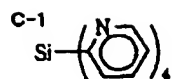


重量平均分子量110,000
(ポリスチレン換算)

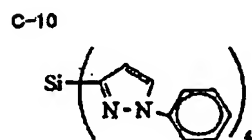
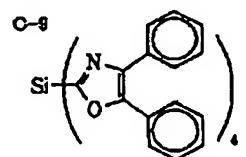
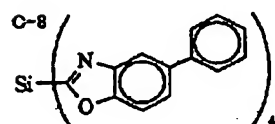
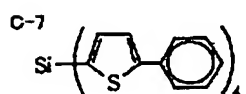
{0132}

{化50}

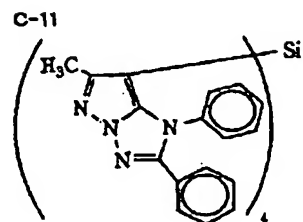
[0133]
[化51]



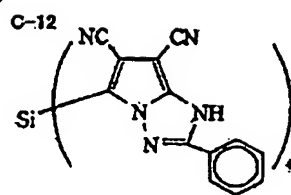
10



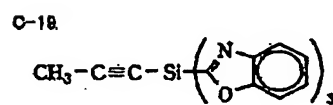
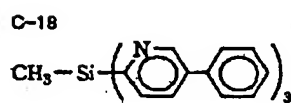
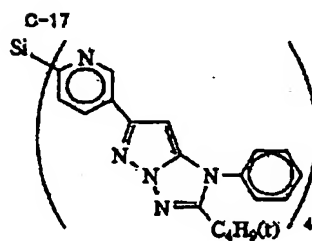
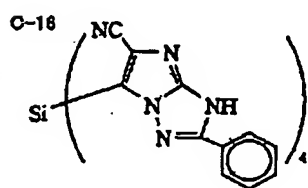
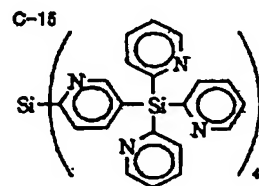
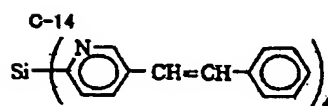
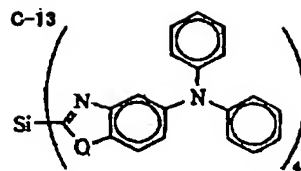
20



65

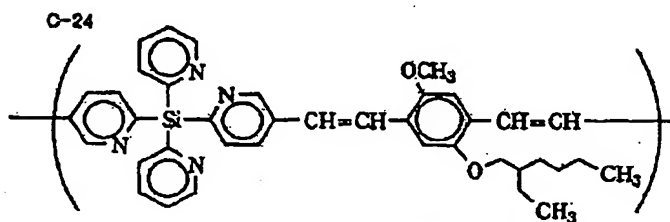
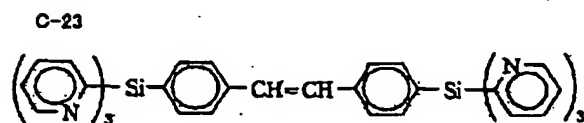
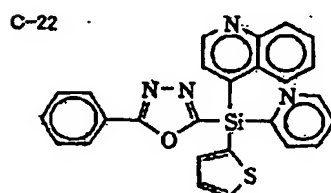
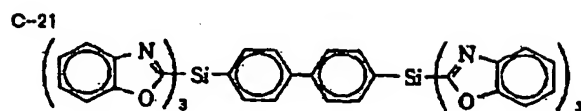
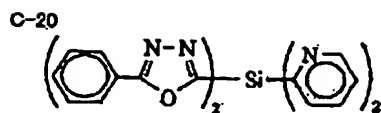


66



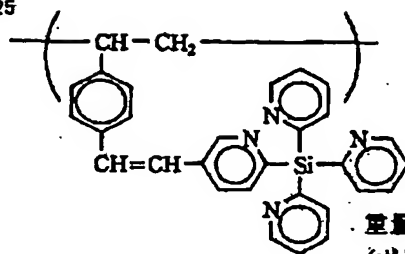
[0134]

[化52]

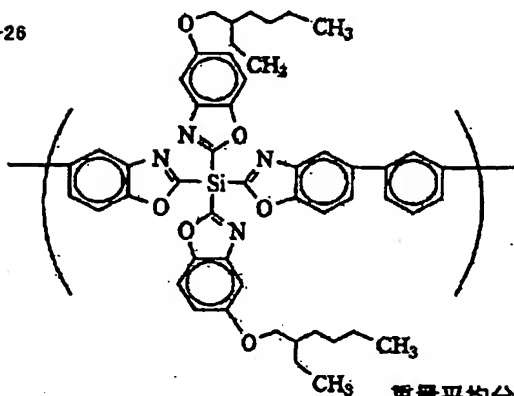


重量平均分子量 12100

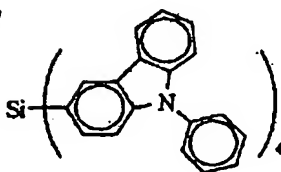
(ポリスチレン換算)

69
C-25重量平均分子量 3200
(ポリスチレン換算)

C-26

重量平均分子量 4200
(ポリスチレン換算)

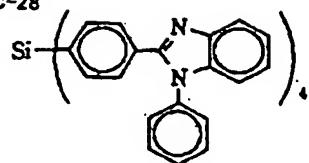
C-27



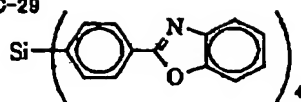
71

72

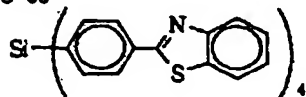
C-28



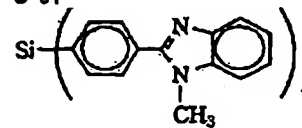
C-29



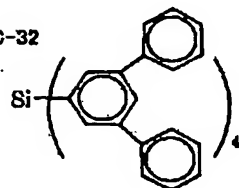
C-30



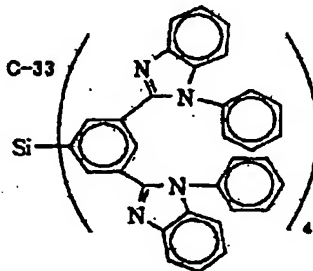
C-31



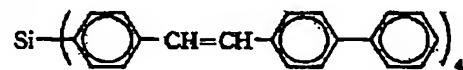
C-32



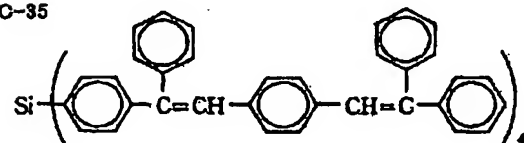
C-33



C-34



C-35



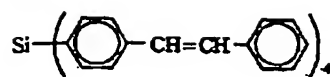
【0137】

【化55】

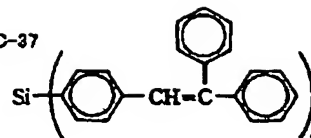
73

74

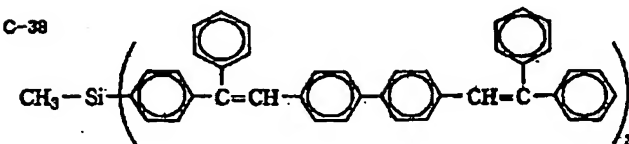
C-36



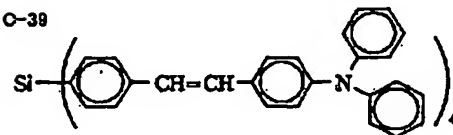
C-37



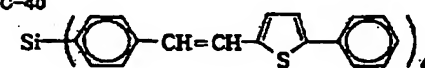
C-38



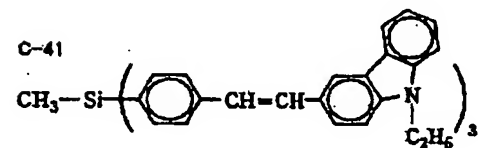
C-39



C-40



C-41

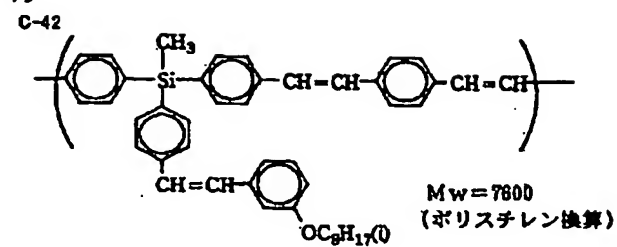


[0138]

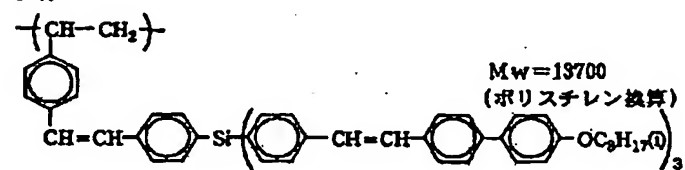
[化56]

75

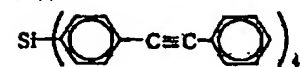
76



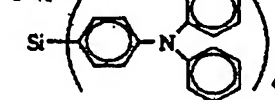
O-43



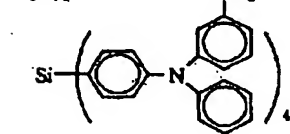
O-44



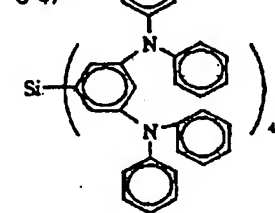
O-45



O-46



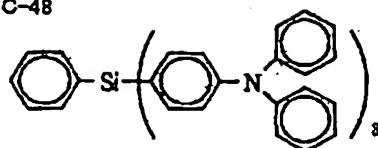
O-47



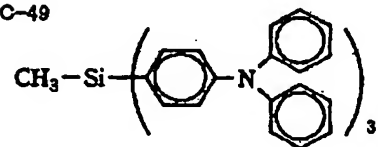
【0139】

【化57】

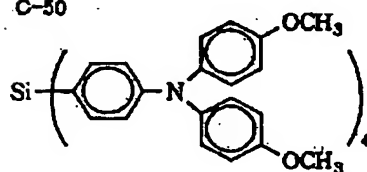
(40)

77
C-48

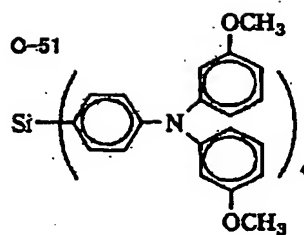
C-49



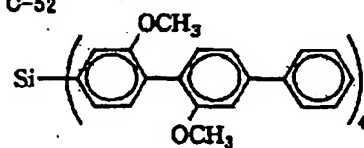
C-50



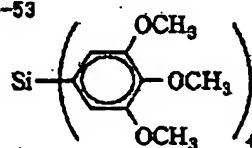
C-51



C-52



C-53

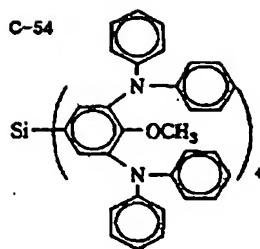


〔0140〕

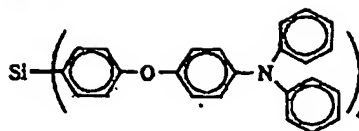
〔化58〕

79

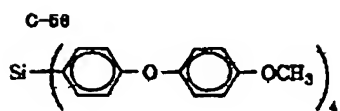
C-54



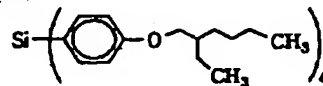
C-55



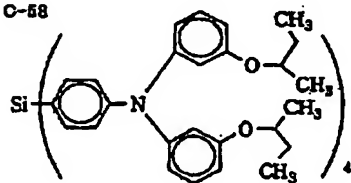
C-56



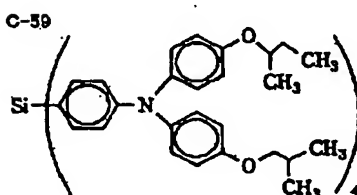
C-57



C-58

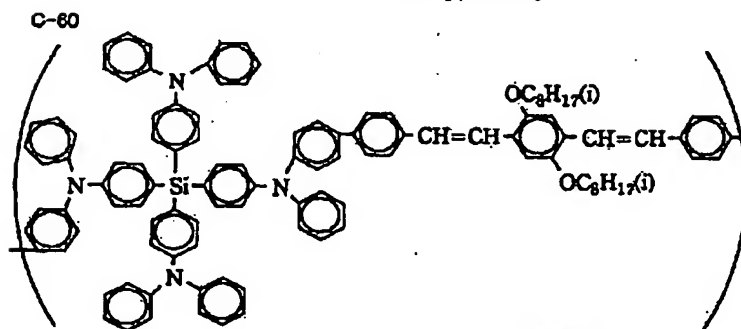


C-59



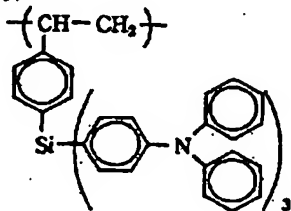
【0141】

* * 【化59】



Mw=8800
(ポリスチレン換算)

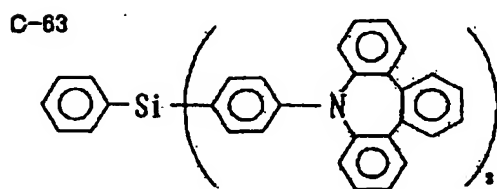
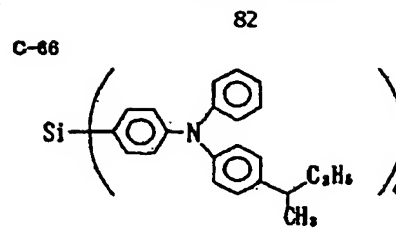
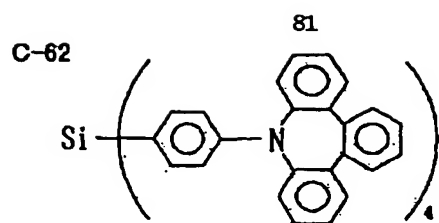
C-61



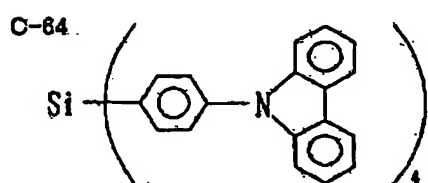
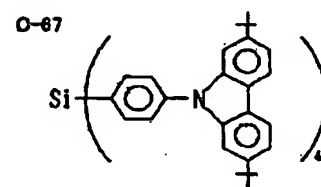
Mw=10200
(ポリスチレン換算)

【0142】

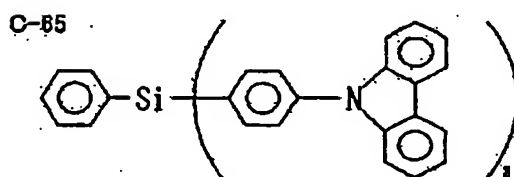
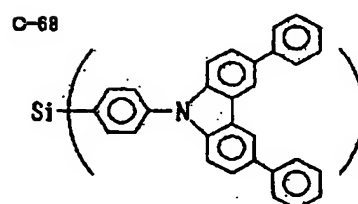
【化60】



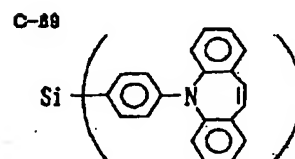
10



20

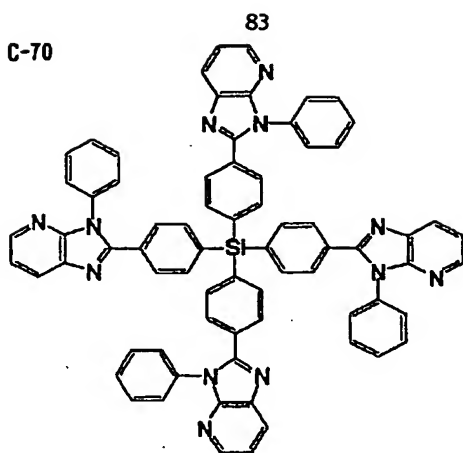


[0143]
[化61]



30 [0144]
[化62]

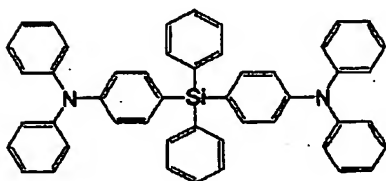
C-70



[0145]
[化63]

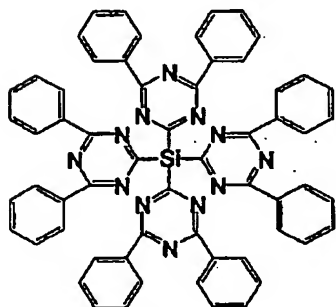
10

C-71



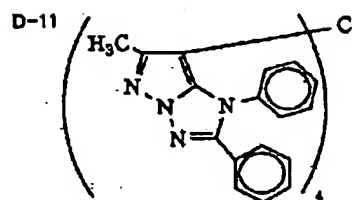
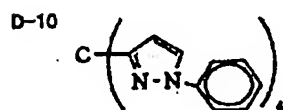
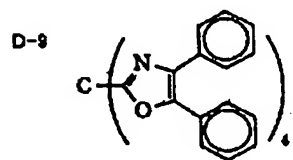
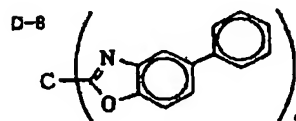
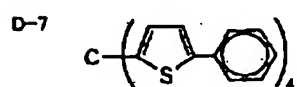
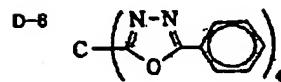
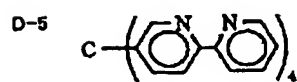
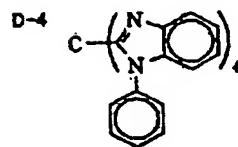
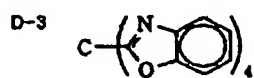
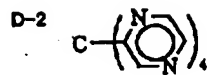
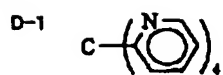
20

C-72



30

85



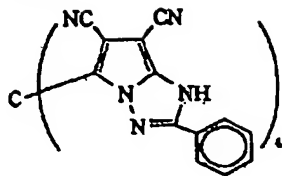
[0146]

[化64]

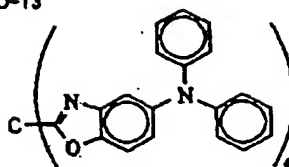
87

88

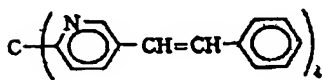
D-12



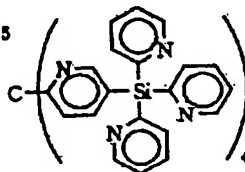
D-13



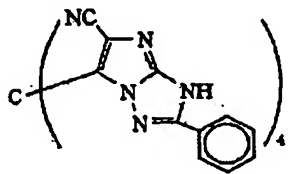
D-14



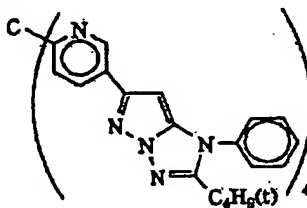
D-15



D-16



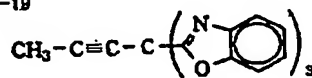
D-17



D-18



D-19



【0147】

【化65】

$$\left(\text{C}_6\text{H}_5 - \text{N}(\text{O}) - \text{N} \right)_2 - \text{C} - \left(\text{N} - \text{C}_6\text{H}_5 \right)_2$$
$$\left(\text{benzimidazole-2-yl} \right)_3 \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} \left(\text{benzimidazole-2-yl} \right)_3$$
c1ccc(cc1)C2=NN=C2OC3=C(C=C(C=C3)c4ccccc4)C5=CC=CC=C5N6C=CC=CC=C6
$$\left(\text{pyridine-2-yl} \right)_3 \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}=\text{CH} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} \left(\text{pyridine-2-yl} \right)_3$$
COC1=CC=C(C=C1C=C2C=CC(=CC2)C3=CC=CC=C3N=C4C=CC(=CC4)N5C=CC=CC=C5N6C=CC=CC=C6N=C7C=CC(=CC7)N8C=CC=CC=C8N9C=CC=CC=C9N=C10C=CC(=CC10)N11C=CC=CC=C11N12C=CC=CC=C12N13C=CC=CC=C13N14C=CC=CC=C14N15C=CC=CC=C15N16C=CC=CC=C16N17C=CC=CC=C17N18C=CC=CC=C18N19C=CC=CC=C19N20C=CC=CC=C20N21C=CC=CC=C21N22C=CC=CC=C22N23C=CC=CC=C23N24C=CC=CC=C24N25C=CC=CC=C25N26C=CC=CC=C26N27C=CC=CC=C27N28C=CC=CC=C28N29C=CC=CC=C29N30C=CC=CC=C30N31C=CC=CC=C31N32C=CC=CC=C32N33C=CC=CC=C33N34C=CC=CC=C34N35C=CC=CC=C35N36C=CC=CC=C36N37C=CC=CC=C37N38C=CC=CC=C38N39C=CC=CC=C39N40C=CC=CC=C40N41C=CC=CC=C41N42C=CC=CC=C42N43C=CC=CC=C43N44C=CC=CC=C44N45C=CC=CC=C45N46C=CC=CC=C46N47C=CC=CC=C47N48C=CC=CC=C48N49C=CC=CC=C49N50C=CC=CC=C50N51C=CC=CC=C51N52C=CC=CC=C52N53C=CC=CC=C53N54C=CC=CC=C54N55C=CC=CC=C55N56C=CC=CC=C56N57C=CC=CC=C57N58C=CC=CC=C58N59C=CC=CC=C59N60C=CC=CC=C60N61C=CC=CC=C61N62C=CC=CC=C62N63C=CC=CC=C63N64C=CC=CC=C64N65C=CC=CC=C65N66C=CC=CC=C66N67C=CC=CC=C67N68C=CC=CC=C68N69C=CC=CC=C69N70C=CC=CC=C70N71C=CC=CC=C71N72C=CC=CC=C72N73C=CC=CC=C73N74C=CC=CC=C74N75C=CC=CC=C75N76C=CC=CC=C76N77C=CC=CC=C77N78C=CC=CC=C78N79C=CC=CC=C79N80C=CC=CC=C80N81C=CC=CC=C81N82C=CC=CC=C82N83C=CC=CC=C83N84C=CC=CC=C84N85C=CC=CC=C85N86C=CC=CC=C86N87C=CC=CC=C87N88C=CC=CC=C88N89C=CC=CC=C89N90C=CC=CC=C90N91C=CC=CC=C91N92C=CC=CC=C92N93C=CC=CC=C93N94C=CC=CC=C94N95C=CC=CC=C95N96C=CC=CC=C96N97C=CC=CC=C97N98C=CC=CC=C98N99C=CC=CC=C99N100C=CC=CC=C100N101C=CC=CC=C101N102C=CC=CC=C102N103C=CC=CC=C103N104C=CC=CC=C104N105C=CC=CC=C105N106C=CC=CC=C106N107C=CC=CC=C107N108C=CC=CC=C108N109C=CC=CC=C109N110C=CC=CC=C110N111C=CC=CC=C111N112C=CC=CC=C112N113C=CC=CC=C113N114C=CC=CC=C114N115C=CC=CC=C115N116C=CC=CC=C116N117C=CC=CC=C117N118C=CC=CC=C118N119C=CC=CC=C119N120C=CC=CC=C120N121C=CC=CC=C121N122C=CC=CC=C122N123C=CC=CC=C123N124C=CC=CC=C124N125C=CC=CC=C125N126C=CC=CC=C126N127C=CC=CC=C127N128C=CC=CC=C128N129C=CC=CC=C129N130C=CC=CC=C130N131C=CC=CC=C131N132C=CC=CC=C132N133C=CC=CC=C133N134C=CC=CC=C134N135C=CC=CC=C135N136C=CC=CC=C136N137C=CC=CC=C137N138C=CC=CC=C138N139C=CC=CC=C139N140C=CC=CC=C140N141C=CC=CC=C141N142C=CC=CC=C142N143C=CC=CC=C143N144C=CC=CC=C144N145C=CC=CC=C145N146C=CC=CC=C146N147C=CC=CC=C147N148C=CC=CC=C148N149C=CC=CC=C149N150C=CC=CC=C150N151C=CC=CC=C151N152C=CC=CC=C152N153C=CC=CC=C153N154C=CC=CC=C154N155C=CC=CC=C155N156C=CC=CC=C156N157C=CC=CC=C157N158C=CC=CC=C158N159C=CC=CC=C159N160C=CC=CC=C160N161C=CC=CC=C161N162C=CC=CC=C162N163C=CC=CC=C163N164C=CC=CC=C164N165C=CC=CC=C165N166C=CC=CC=C166N167C=CC=CC=C167N168C=CC=CC=C168N169C=CC=CC=C169N170C=CC=CC=C170N171C=CC=CC=C171N172C=CC=CC=C172N173C=CC=CC=C173N174C=CC=CC=C174N175C=CC=CC=C175N176C=CC=CC=C176N177C=CC=CC=C177N178C=CC=CC=C178N179C=CC=CC=C179N180C=CC=CC=C180N181C=CC=CC=C181N182C=CC=CC=C182N183C=CC=CC=C183N184C=CC=CC=C184N185C=CC=CC=C185N186C=CC=CC=C186N187C=CC=CC=C187N188C=CC=CC=C188N189C=CC=CC=C189N190C=CC=CC=C190N191C=CC=CC=C191N192C=CC=CC=C192N193C=CC=CC=C193N194C=CC=CC=C194N195C=CC=CC=C195N196C=CC=CC=C196N197C=CC=CC=C197N198C=CC=CC=C198N199C=CC=CC=C199N200C=CC=CC=C200N201C=CC=CC=C201N202C=CC=CC=C202N203C=CC=CC=C203N204C=CC=CC=C204N205C=CC=CC=C205N206C=CC=CC=C206N207C=CC=CC=C207N208C=CC=CC=C208N209C=CC=CC=C209N210C=CC=CC=C210N211C=CC=CC=C211N212C=CC=CC=C212N213C=CC=CC=C213N214C=CC=CC=C214N215C=CC=CC=C215N216C=CC=CC=C216N217C=CC=CC=C217N218C=CC=CC=C218N219C=CC=CC=C219N220C=CC=CC=C220N221C=CC=CC=C221N222C=CC=CC=C222N223C=CC=CC=C223N224C=CC=CC=C224N225C=CC=CC=C225N226C=CC=CC=C226N227C=CC=CC=C227N228C=CC=CC=C228N229C=CC=CC=C229N230C=CC=CC=C230N231C=CC=CC=C231N232C=CC=CC=C232N233C=CC=CC=C233N234C=CC=CC=C234N235C=CC=CC=C235N236C=CC=CC=C236N237C=CC=CC=C237N238C=CC=CC=C238N239C=CC=CC=C239N240C=CC=CC=C240N241C=CC=CC=C241N242C=CC=CC=C242N243C=CC=CC=C243N244C=CC=CC=C244N245C=CC=CC=C245N246C=CC=CC=C246N247C=CC=CC=C247N248C=CC=CC=C248N249C=CC=CC=C249N250C=CC=CC=C250N251C=CC=CC=C251N252C=CC=CC=C252N253C=CC=CC=C253N254C=CC=CC=C254N255C=CC=CC=C255N256C=CC=CC=C256N257C=CC=CC=C257N258C=CC=CC=C258N259C=CC=CC=C259N260C=CC=CC=C260N261C=CC=CC=C261N262C=CC=CC=C262N263C=CC=CC=C263N264C=CC=CC=C264N265C=CC=CC=C265N266C=CC=CC=C266N267C=CC=CC=C267N268C=CC=CC=C268N269C=CC=CC=C269N270C=CC=CC=C270N271C=CC=CC=C271N272C=CC=CC=C272N273C=CC=CC=C273N274C=CC=CC=C274N275C=CC=CC=C275N276C=CC=CC=C276N277C=CC=CC=C277N278C=CC=CC=C278N279C=CC=CC=C279N280C=CC=CC=C280N281C=CC=CC=C281N282C=CC=CC=C282N283C=CC=CC=C283N284C=CC=CC=C284N285C=CC=CC=C285N286C=CC=CC=C286N287C=CC=CC=C287N288C=CC=CC=C288N289C=CC=CC=C289N290C=CC=CC=C290N291C=CC=CC=C291N292C=CC=CC=C292N293C=CC=CC=C293N294C=CC=CC=C294N295C=CC=CC=C295N296C=CC=CC=C296N297C=CC=CC=C297N298C=CC=CC=C298N299C=CC=CC=C299N300C=CC=CC=C300N301C=CC=CC=C301N302C=CC=CC=C302N303C=CC=CC=C303N304C=CC=CC=C304N305C=CC=CC=C305N306C=CC=CC=C306N307C=CC=CC=C307N308C=CC=CC=C308N309C=CC=CC=C309N310C=CC=CC=C310N311C=CC=CC=C311N312C=CC=CC=C312N313C=CC=CC=C313N314C=CC=CC=C314N315C=CC=CC=C315N316C=CC=CC=C316N317C=CC=CC=C317N318C=CC=CC=C318N319C=CC=CC=C319N320C=CC=CC=C320N321C=CC=CC=C321N322C=CC=CC=C322N323C=CC=CC=C323N324C=CC=CC=C324N325C=CC=CC=C325N326C=CC=CC=C326N327C=CC=CC=C327N328C=CC=CC=C328N329C=CC=CC=C329N330C=CC=CC=C330N331C=CC=CC=C331

Mw=12100
(ポリスチレン換算)

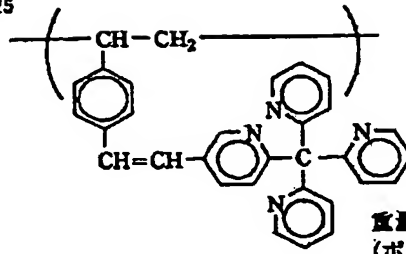
【0148】

【化66】

(47)

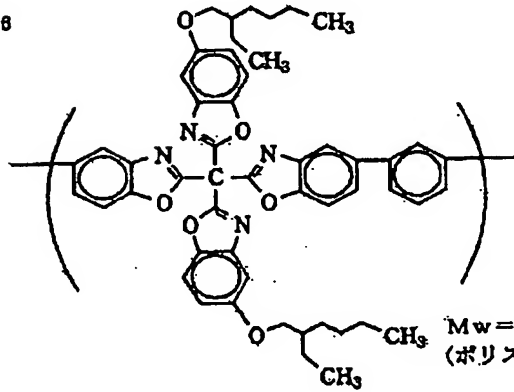
92

91
D-25



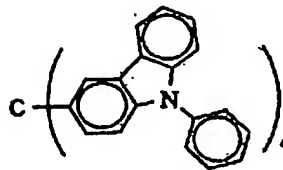
重量平均分子量 $M_w = 3200$
(ポリスチレン換算)

D-26



$M_w = 4200$
(ポリスチレン換算)

D-27

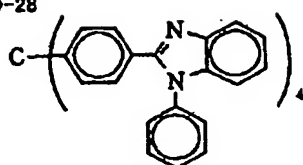


【0149】

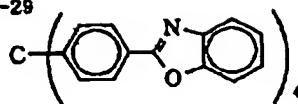
30 【化67】

93

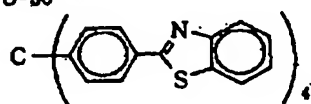
D-28



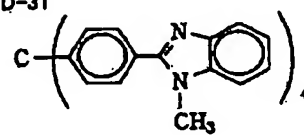
D-29



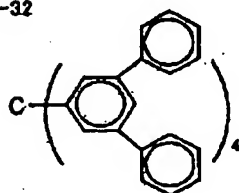
D-30



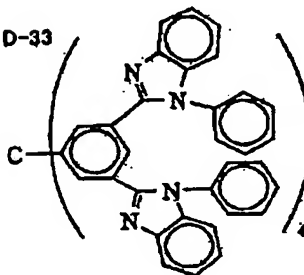
D-31



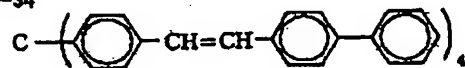
D-32



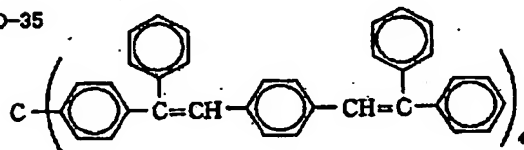
D-33



D-34



D-35



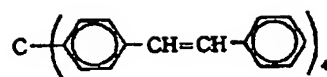
[0150]

[化68]

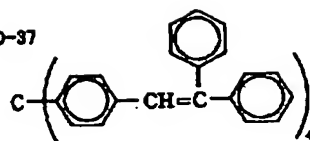
95

96

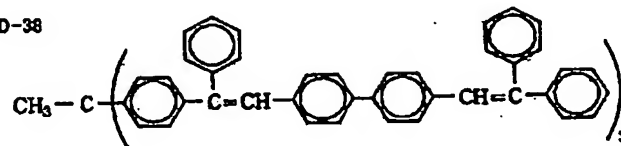
D-36



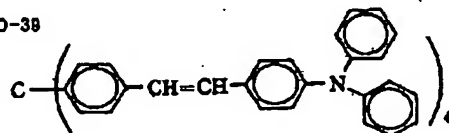
D-37



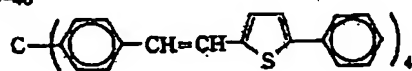
D-38



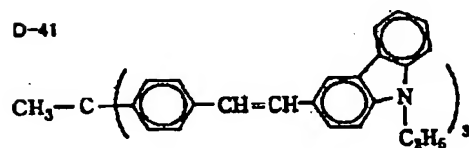
D-39



D-40

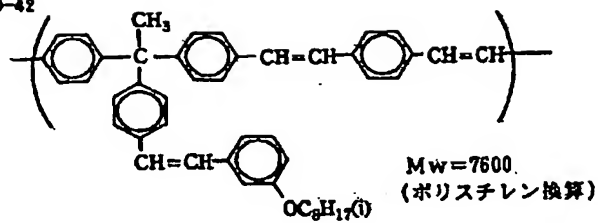


D-41

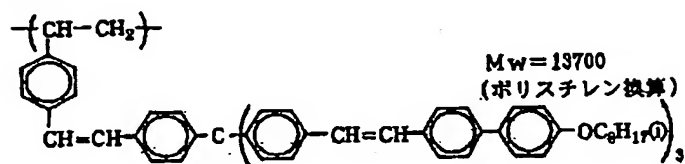


[0151]

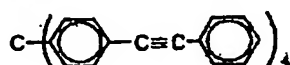
[化69]

97
D-42

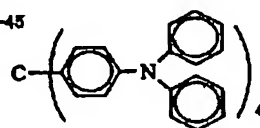
D-43



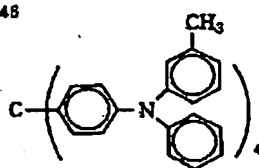
D-44



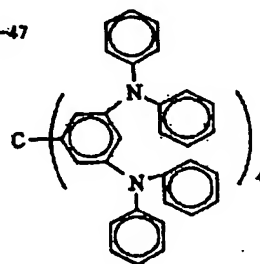
D-45



D-46

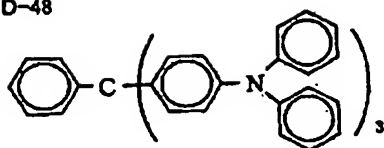


D-47

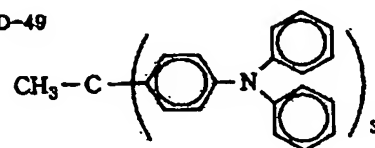


[0152]

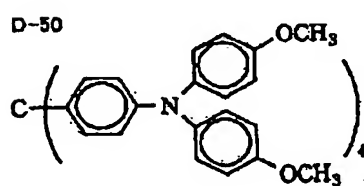
[化70]

99
D-48

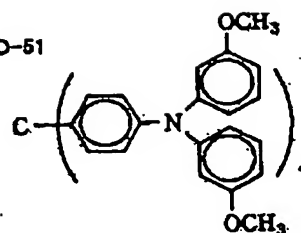
D-49



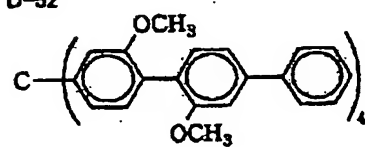
D-50



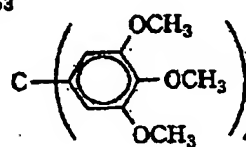
D-51



D-52

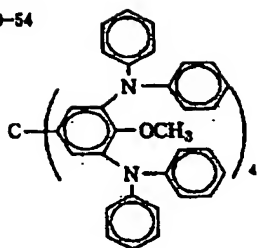


D-53

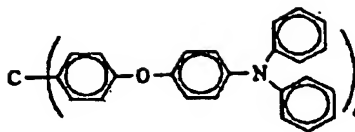


〔0153〕

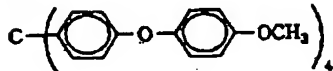
〔化71〕

101
D-54

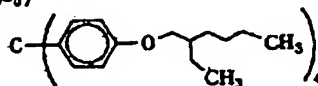
D-55



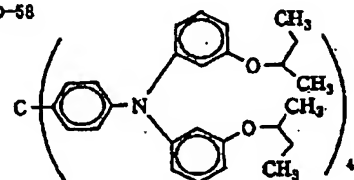
D-56



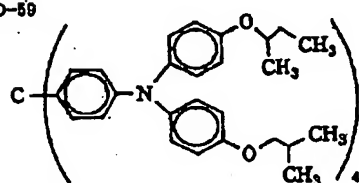
D-57



D-58



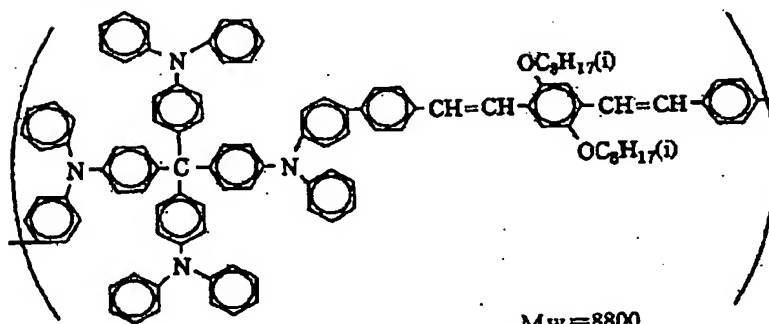
D-59



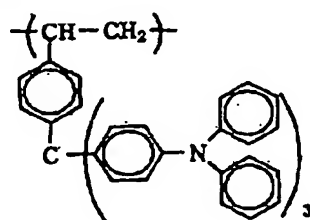
【0154】

* * 【化72】

D-60

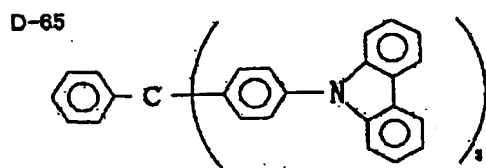
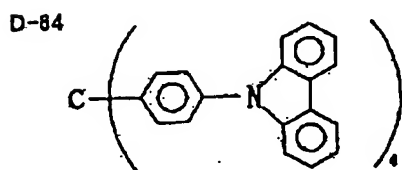
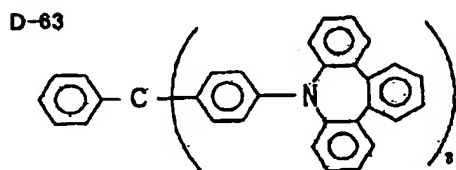
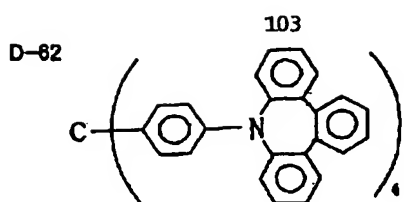
Mw=8800
(ポリスチレン換算)

D-61

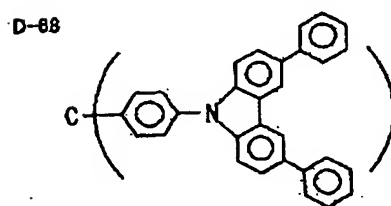
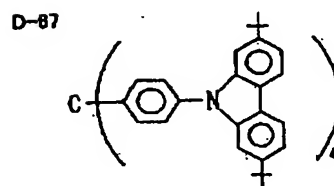
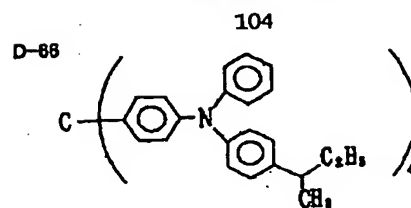
Mw=10200
(ポリスチレン換算)

【0155】

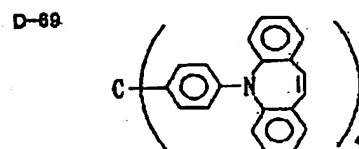
【化73】



[0156]
[化74]



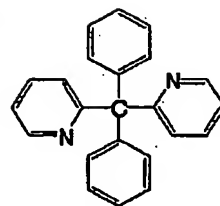
20



[0157]
[化75]

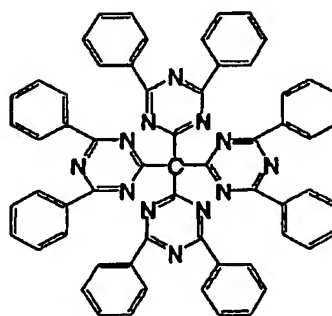
30

D-70



40

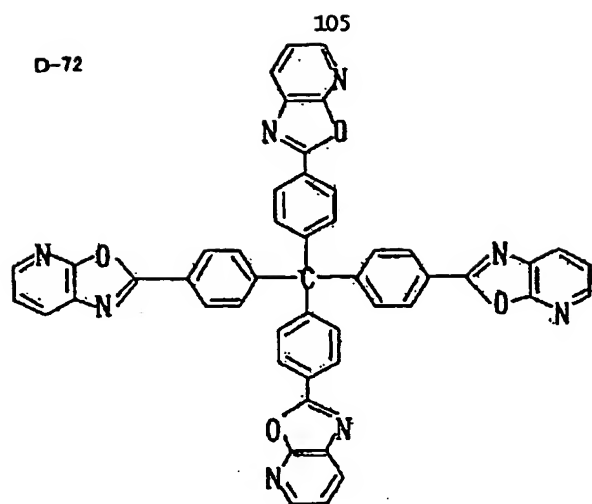
D-71



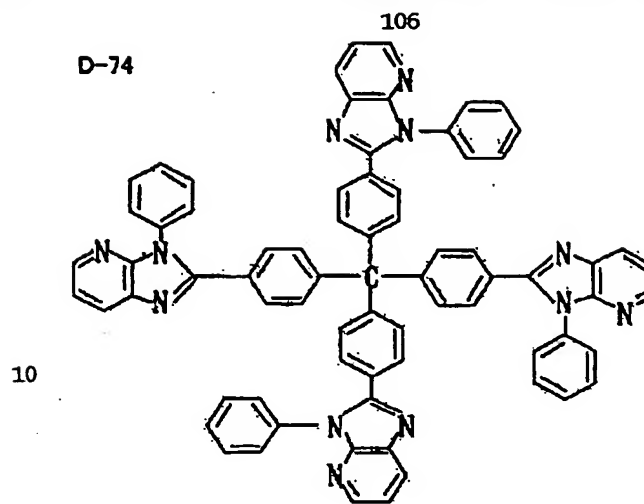
[0158]
[化76]

50

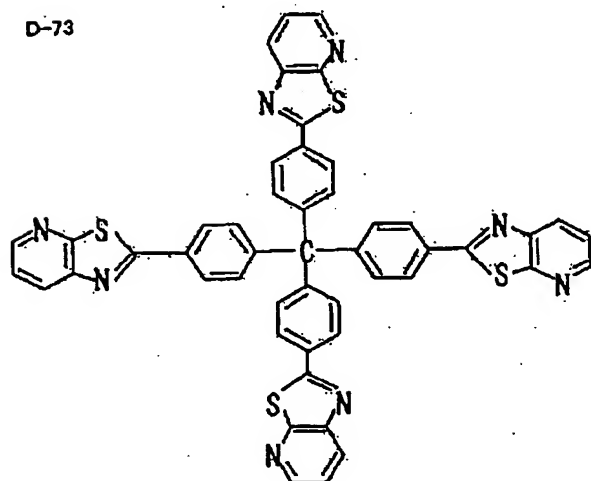
D-72



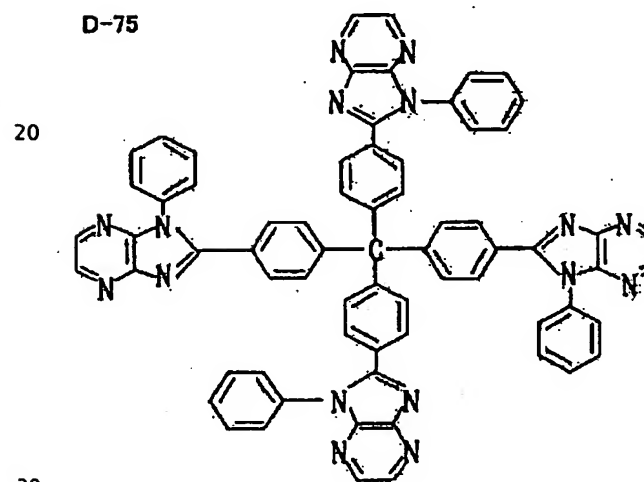
D-74



D-73



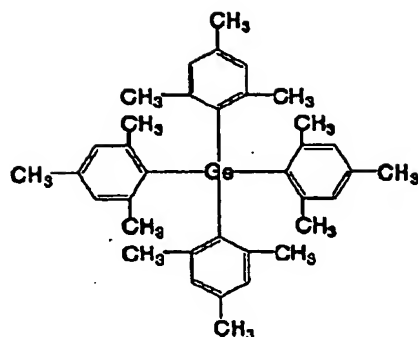
D-75



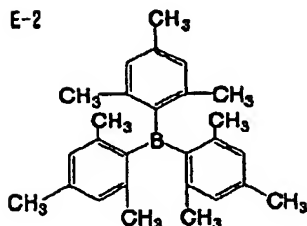
[0159]
[化77]

[0160]
[化78]

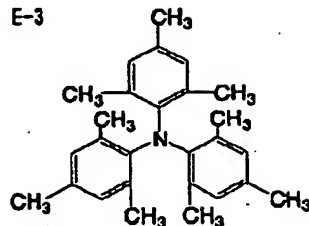
(55)

107
E-1

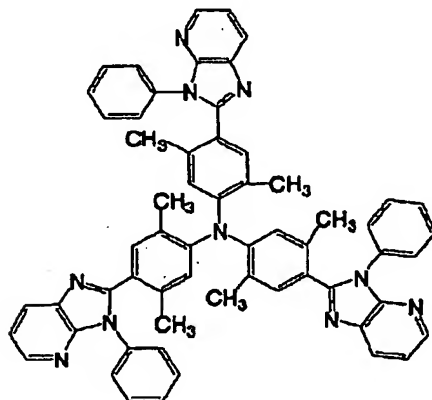
E-2



E-3



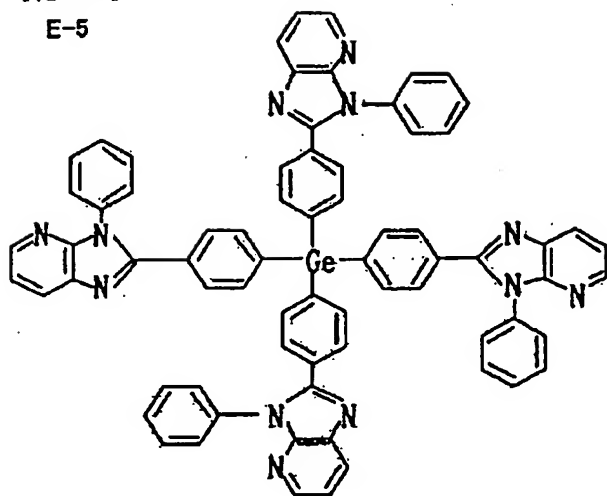
E-4



【0161】

【化79】

E-5



【0162】次に、例示化合物の合成例を以下に示す。

合成例1. 例示化合物A-7の合成

1, 3, 5-トリス(2-アミノフェニルアミノ)ベン 50

ゼン3.17g(8.0ミリモル)をジメチルアセトアミド50ミリリットルに溶解し、窒素雰囲気下トリエチルアミン5ミリリットル(36ミリモル)を加えた。0℃以下に冷却し、アセチルクロリド2.0ミリリットル(26.4ミリモル)を0℃を超えないようにゆっくり滴下した。滴下終了後約1時間0℃以下に保った後、徐々に昇温し、室温にて5時間攪拌した。反応液を水300ミリリットルに注ぎ、析出した固体を濾取した後、水で洗浄した。得られた固体およびp-トルエンスルホン酸一水和物1gおよびキシレン100ミリリットルを約10時間加熱還流した。溶媒を減圧留去した後、濃縮物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:クロロホルム/メタノール=100/1(vol/vol))にて精製した後、酢酸エチルで再結晶することにより、例示化合物A-7を0.24g(0.51ミリモル)得た。収率6.4%

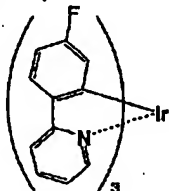
【0163】合成例2. 例示化合物A-19の合成
塩化シアヌル3.69g(20ミリモル)、2-メチルベンズイミダゾール8.72g(66ミリモル)、炭酸ルビジウム41.6g(180ミリモル)、酢酸パラジ

109

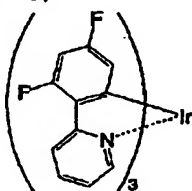
ウム0.135g(0.6ミリモル)、トリ-tert-ブチルホスフィン0.44ミリリットル(1.8ミリモル)および酸素シレン70ミリリットルを窒素雰囲気下、120℃6時間加熱した。室温まで冷却した後、固形分を濾別し、クロロホルムで洗浄した。有機層を水で洗浄した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥し、溶媒を減圧留去した。濃縮物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:クロロホルム/メタノール=100/1(vol/vol))にて精製した後、酢酸エチルで再結晶することにより、例示化合物A-19を2.52g(5.32ミリモル)得た。収率27%

【0164】前記発光材料は、青色領域に励起子からの発光極大波長を有する化合物を少なくとも1種含む。青色領域の発光は最低励起三重項エネルギー(T_1)から基底状態への遷移に由来するものである。前記発光材料としては、例えば遷移金属錯体が挙げられる。中でも、*

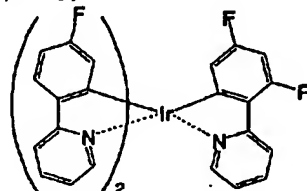
(K-1)



(K-3)



(K-5)



【0167】

110

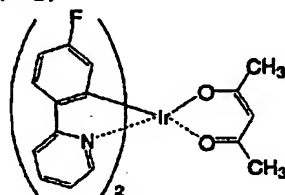
*りん光量子収率が高く、発光素子の外部量子効率をより向上させることができる点で、イリジウム錯体、オスミウム錯体および白金錯体が好ましく、イリジウム錯体および白金錯体がより好ましく、オルトメタル化イリジウム錯体が最も好ましい。好ましい遷移金属錯体の具体例としては、例えば特願平11-370353、特願2000-287177、特願2000-287178、特願2000-299495、特願2000-398907、特願2001-33684、特願2001-45476に記載の化合物などが挙げられる。

【0165】前記発光材料の特に好ましい具体例としては以下の化合物(例示化合物K-1~K-9)が挙げられるが、本発明に用いられる発光材料はこれに限定されるものではない。

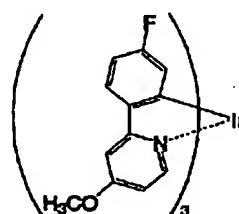
【0166】

【化80】

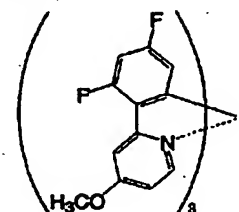
(K-2)



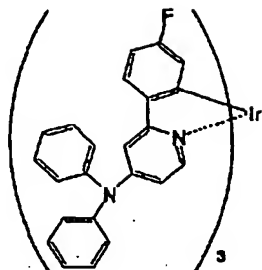
(K-4)



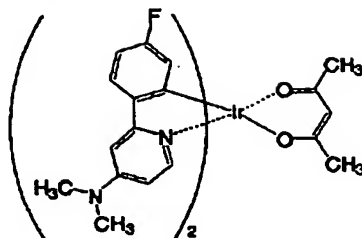
(K-6)



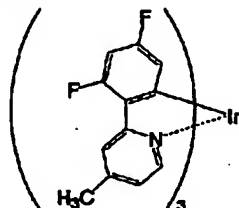
【化81】

111
(K-7)

(K-8)



(K-9)



【0168】前記ホスト材料は、注入されたホールおよび電子の再結合の場を提供する、また、再結合により生成した励起子のエネルギーをゲストに移動させる機能を有する。前記ホスト材料としては、例えばカルバゾール骨格を有するもの、ジアリールアミン骨格を有するもの、ピリジン骨格を有するもの、ピラジン骨格を有するもの、トリアジン骨格を有するものおよびアリールシラン骨格を有するもの等が挙げられる。

【0169】前記第一の態様の発光素子においては、前記発光層は前記発光材料を前記ホスト材料にドーピングして形成することができる。例えば、前記発光材料と前記ホスト材料とを共蒸着することによって形成することができる。前記第二の態様の発光素子においては、前記発光層は前記発光材料のみから形成されていても、前記発光材料とともに前記ホスト材料を含有して形成されていてもよい。前記発光層を前記発光材料のみから形成する場合は、真空蒸着法、LB法、インクジェット法、印刷法、転写法およびコーティング方法（スピンコート法、キャスト法、ディップコート法など）等を利用して形成することができる。前記コーティング法を利用すると、製造コストを軽減できる点で有利であるが、従来、蒸着法等により製造したものと比較して発光輝度および発光効率が劣るという問題がある。前記第二の態様の発光素子では、前記発光層に隣接する層を前記条件の有機材料を用いて構成し、発光効率を向上させているので、前記コーティング法を利用して作製することによって、低コストでしかも良好な発光効率を有する発光素子を提供することができる。

【0170】前記コーティング法では、前記発光材料を溶媒に溶解した塗布液を調製し、該塗布液を所望の位置に塗布することによって形成することができる。前記発光材料とともに樹脂を溶媒に溶解または分散させて塗布液を調製してもよい。前記樹脂としては、例えば、ポリ

塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリブタジエン、ポリ（N-ビニルカルバゾール）、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルロース、ポリ酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等が挙げられる。尚、前記発光層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常、1nm～5μmであるのが好ましく、5nm～1μmであるのがより好ましく、10nm～500nmであるのが更に好ましい。

【0171】前記発光層において、前記ホスト材料に対する前記発光材料の質量比は一般的には0.1質量%以上20質量%以下であり、好ましくは0.5質量%以上15質量%以下であり、より好ましくは1.0質量%以上10質量%以下である。

【0172】前記ホール注入層および前記ホール輸送層に用いる材料は各々、陽極からホールを注入する機能およびホールを輸送する機能を有するものであり、好ましくは陰極から注入された電子をブロックする機能を加えて有するものである。前記ホール輸送材料およびホール注入材料の具体例としては、カルバゾール誘導体、イミダゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、芳香族第3級アミン化合物、スチリルアミン誘導体、芳香族ジメチリデン誘導体、ポリフィリン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリ（N-ビニルカルバゾール）誘導体、アニリン系共重合体、チオフェ

ンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性ポリマー・オリゴマー、有機シラン誘導体、有機ホスフィン誘導体等が挙げられる。尚、ホール注入層・ホール輸送層は上述した材料の一種、または二種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0173】前記ホール輸送層またはホール注入層が前記発光層に隣接する場合には、前記ホール輸送材料またはホール注入材料の T_1 準位が前記発光材料の T_1 準位よりも高いのが好ましく、前記ホール輸送材料またはホール注入材料の T_1 準位は、前記発光材料の T_1 準位の1.05倍よりも高いのがより好ましく、1.1倍よりも高いのが更に好ましい。また、前記ホール輸送材料またはホール注入材料は、 T_1 準位が68 kcal/mol (284.9 kJ/mol)以上90 kcal/mol (377.1 kJ/mol)以下であるのが好ましく、69 kcal/mol (289.1 kJ/mol)以上85 kcal/mol (356.2 kJ/mol)以下であるのがより好ましく、70 kcal/mol (293.3 kJ/mol)以上80 kcal/mol (335.2 kJ/mol)以下であるのがさらに好ましい。尚、前記ホール輸送層またはホール注入層が前記発光層に隣接し、且つ多層構造である場合には、多層中に含まれる全てのホール輸送材料またはホール注入材料の T_1 準位が前記発光材料の T_1 準位よりも高いのが好ましい。

【0174】前記ホール注入層およびホール輸送層の形成方法としては、前記発光層の形成方法と同様に、真空蒸着法、LB法、インクジェット法、印刷法、コーティング法（スピンコート法、キャスト法、ディップコート法など）、および転写法が挙げられる。前記コーティング法に用いられる塗布液の調製時には、樹脂を用いてもよく、該樹脂としては、前記発光層の形成において塗布液調製時に使用可能な樹脂として例示したものと同様の樹脂が挙げられる。尚、前記ホール注入層および前記ホール輸送層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常、1 nm~5 μ mであるのが好ましく、5 nm~1 μ mであるのがより好ましく、10 nm~500 nmであるのが更に好ましい。

【0175】前記電子注入層および電子輸送層に各々用いられる材料は、陰極から電子を注入する機能、電子を輸送する機能を有するものであり、好ましくは陽極から注入されたホールをブロックする機能を加えて有するものである。電子注入材料および電子輸送材料としては、イミダゾール誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、フルオレノン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド誘導体、フルオレニリデンメタン誘導体、ジスチリルピラジン誘導体、ナフタレン・ペリレンなどの芳香環テトラカルボン

酸無水物、フタロシアニン誘導体、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体および有機シラン誘導体などが挙げられる。前記電子注入層および前記電子輸送層は上述した材料の1種または2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0176】前記電子輸送層または前記電子注入層が前記発光層に隣接する場合には、前記電子輸送材料または前記電子注入材料の T_1 準位が前記発光材料の T_1 準位よりも高いのが好ましく、前記電子輸送材料または前記電子注入材料の T_1 準位は、前記発光材料の T_1 準位の1.05倍よりも高いのがより好ましく、1.1倍よりも高いのが更に好ましい。また、前記電子輸送材料または前記電子注入材料は、 T_1 準位が68 kcal/mol (284.9 kJ/mol)以上90 kcal/mol (377.1 kJ/mol)以下であるのが好ましく、69 kcal/mol (289.1 kJ/mol)以上85 kcal/mol (356.2 kJ/mol)以下であるのがより好ましく、70 kcal/mol (293.3 kJ/mol)以上80 kcal/mol (335.2 kJ/mol)以下であるのがさらに好ましい。尚、前記電子輸送層または電子注入層が前記発光層に隣接し、且つ多層構造である場合には、多層中に含まれる全ての電子輸送材料または電子注入材料の T_1 準位が前記発光材料の T_1 準位よりも高いのが好ましい。

【0177】前記電子注入層および電子輸送層の形成方法としては、前記発光層の形成方法と同様に、真空蒸着法、LB法、インクジェット法、印刷法、コーティング法（スピンコート法、キャスト法、ディップコート法など）、および転写法が挙げられる。前記コーティング法に用いられる塗布液の調製時には、樹脂を用いてもよく、該樹脂としては、前記発光層の形成において塗布液調製時に使用可能な樹脂として例示したものと同様の樹脂が挙げられる。尚、前記電子注入層および前記電子輸送層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常、1 nm~5 μ mであるのが好ましく、5 nm~1 μ mであるのがより好ましく、10 nm~500 nmであるのが更に好ましい。

【0178】前記保護層の材料としては水分や酸素などの素子劣化を促進するものが素子内に入る事を抑止する機能を有しているものであればよい。その具体例としては、In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Niなどの金属、MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、TiO₂などの金属酸化物、SiN_x、SiN_xO_y等の窒化物、MgF₂、LiF、AlF₃、CaF₂などの金属フッ化物、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリウレア、ポリ

テトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンの共重合体、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のモノマーを含むモノマー混合物を共重合させて得られる共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質、吸水率0.1%以下の防湿性物質などが挙げられる。

【0179】前記保護層の形成方法についても特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（分子線エピタキシー）法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、ガスソースCVD法、コーティング法、インクジェット法、印刷法、転写法を適用できる。

【0180】前記陽極を構成する材料は、ホール注入層、ホール輸送層、発光層などにホールを供給するものであり、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物などを用いることができる。好ましくは仕事関数が4 eV以上の材料である。具体例としては酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ（ITO）などの導電性金属酸化物、あるいは金、銀、クロム、ニッケル等の金属、さらにこれらの金属と導電性金属酸化物との混合物、または積層物、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロールなどの有機導電性材料、およびこれらとITOとの積層物などが挙げられ、好ましくは、導電性金属酸化物であり、特に、生産性、高導電性、透明性などの観点からITOが好ましい。尚、陽極の膜厚は材料により適宜選択可能であるが、通常10 nm～5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50 nm～1 μmであり、更に好ましくは100 nm～500 nmである。

【0181】前記陽極は通常、ソーダライムガラス、無アルカリガラス、透明樹脂基板などの上に層形成したものが用いられる。前記基板としてガラスを用いる場合、その材質については、ガラスからの溶出イオンを少なくするため、無アルカリガラスを用いることが好ましい。また、ソーダライムガラスを用いる場合、シリカなどのバリアコートを施したものを使用することが好ましい。基板の厚みは機械的強度を保つのに十分な厚みであれば特に制限はないが、ガラスを用いる場合には、通常0.2 mm以上、好ましくは0.7 mm以上のものを用いる。前記陽極の作製には材料によって種々の方法が用いられるが、例えばITOの場合、電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、化学反応法（ゾルゲル法など）、ITOの分散物の塗布などの方法で膜形成される。

【0182】前記陽極に洗浄その他の処理を施すことに

よって、発光素子の駆動電圧を下げたり、発光効率を高めることが可能である。例えばITOの場合、UV-オゾン処理、プラズマ処理などが効果的である。

【0183】前記陰極を構成する材料は、電子注入層、電子輸送層、発光層などに電子を供給するものであり、電子注入層、電子輸送層、発光層などの陰極と隣接する層との密着性やイオン化ポテンシャル、安定性などを考慮して選ばれる。陰極の材料としては金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物を用いることができ、具体例としてはアルカリ金属（例えばLi、Na、K、Csなど）またはそのフッ化物、酸化物、アルカリ土類金属（例えばMg、Caなど）またはそのフッ化物、酸化物、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム-カリウム合金、またはそれらの混合金属、リチウム-アルミニウム合金、またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金、またはそれらの混合金属、インジウム、イッテルビウムなどの希土類金属が挙げられ、好ましくは仕事関数が4 eV以下の材料であり、より好ましくはアルミニウム、リチウム-アルミニウム合金、またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金、またはそれらの混合金属などである。尚、前記陰極の膜厚は材料により適宜選択可能であるが、通常10 nm～5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50 nm～1 μmであり、更に好ましくは100 nm～1 μmである。

【0184】前記陰極の作製には電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、コーティング法などの方法が用いられ、金属を単体で蒸着することも、二成分以上を同時に蒸着することもできる。さらに、複数の金属を同時に蒸着して合金電極を形成することも可能であり、またあらかじめ調整した合金を蒸着させてもよい。尚、前記陽極および前記陰極のシート抵抗は低い方が好ましく、数百Ω/□以下であるのが好ましい。

【0185】本発明の発光素子は、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信デバイス等の広い分野の用途に供することができる。

【0186】

【実施例】以下に、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明は以下の実施例により限定されるものではない。

【実施例1】洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、α-NPD（N、N'-ジフェニル-N、N'-ジ（α-ナフチル）-ベンジジン）を50 nm蒸着し、その上にCBP（ビスカルバゾリルベンジジン）および例示化合物K-1を17:1の比率で36 nm共蒸着し、さらにこの上に例示化合物B-40を24 nm蒸着した。有機薄膜上にパターンニングしたマスク（発光面積が4 mm×5 mmとなる）を装着し、マグネシウム：銀=10:1

を250nm共蒸着した後、銀300nmを蒸着して、発光素子を作製した。

【0187】【実施例2】実施例1の発光素子の作製において、CBPの代わりに例示化合物A-10を用いた以外は、実施例1と同様にして発光素子を作製した。

【0188】【実施例3】実施例1の発光素子の作製において、 α -NPDの代わりにTPD (N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(m-トリル)-ベンジジン)を用いた以外は、実施例1と同様にして発光素子を作製した。

【0189】【実施例4】実施例2の発光素子の作製において、 α -NPDの代わりにTPDを用いた以外は、実施例2と同様にして発光素子を作製した。

【0190】【実施例5】実施例4の発光素子の作製において、例示化合物A-10の代わりに例示化合物D-46を用いた以外は、実施例4と同様にして発光素子を作製した。

【0191】【実施例6】実施例4の発光素子の作製において、例示化合物A-10の代わりに例示化合物C-71を用いた以外は、実施例4と同様にして発光素子を作製した。

【0192】【実施例7】実施例3の発光素子の作製において、例示化合物K-1の代わりに例示化合物K-3を用いた以外は、実施例3と同様にして発光素子を作製した。

【0193】【実施例8】実施例4の発光素子の作製において、例示化合物K-1の代わりに例示化合物K-3を用いた以外は、実施例4と同様にして発光素子を作製した。

【0194】【実施例9】実施例4の発光素子の作製において、例示化合物B-40の代わりに例示化合物A-19を用いて有機薄膜を成膜し、有機薄膜上にバターンニングしたマスク(発光面積が4mm×5mmとなる)を装着し、フッ化リチウム3nmを蒸着した後、アルミニウムを400nm蒸着して、発光素子を作製した。

【0195】【実施例10】実施例9の発光素子の作製において、例示化合物K-1の代わりに例示化合物K-3を用いた以外は、実施例9と同様にして発光素子を作製した。

【0196】【比較例1】実施例1の発光素子の作製において、CBPの代わりにTPDを用いた以外は、実施例1と同様にして発光素子を作製した。

【0197】【比較例2】比較例1の発光素子の作製において、 α -NPDの代わりにTPD、例示化合物K-1

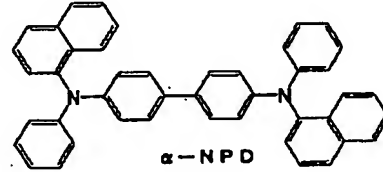
の代わりに例示化合物K-6を用いた以外は、比較例1と同様にして発光素子を作製した。

【0198】実施例および比較例において用いた α -NPD、CBPおよびTPDの構造式を以下に示す。

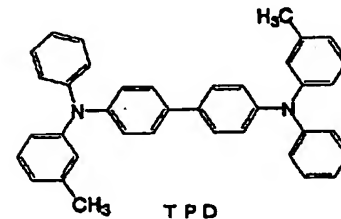
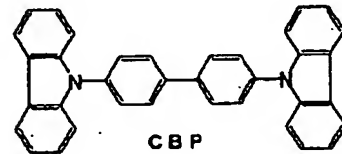
【0199】

【化82】

10



20



【0200】実施例および比較例において用いたCBP、例示化合物A-10、例示化合物D-46、例示化合物C-71、TPD、 α -NPD、例示化合物K-1、例示化合物K-3、例示化合物B-40および例示化合物A-19の各々について、最低励起三重項エネルギー準位 T_1 を測定した。即ち、各材料のりん光スペクトルを測定し(10 μ mol/l EPA(ジエチルエーテル:イソペンタン:イソプロピルアルコール=5:5:2容積比)溶液、77K、石英セル、SPEX社FLUOROLOGII)、りん光スペクトルの短波長側の立ち上がり波長から T_1 準位を見積もった。

【0201】実施例および比較例の発光素子に、東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400を用いて、直流動電圧を各々印加し、発光させ、その輝度をトプコン社の輝度計BM-8、発光波長とCIE色度座標を浜松ホトニクス社製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定した。各々の測定結果を下記表1に示す。

【0202】

【表1】

発光素子	ホール輸送材料	T ₁ (kcal/mol)	発光層				電子輸送材料	T ₁ (kcal/mol)	発光波長 (nm)	外部量子効率 (%)
			ホスト	T ₁ (kcal/mol)	発光材料	T ₁ (kcal/mol)				
実施例1	α-NPD	50	CBP	66	K-1	63	B-40	65	486	6.8
実施例2	α-NPD	50	A-10	71	K-1	63	B-40	66	487	14.5
実施例3	TPD	58	CBP	66	K-1	63	B-40	66	486	10.9
実施例4	TPD	58	A-10	71	K-1	63	B-40	66	486	16.5
実施例5	TPD	58	D-46	69	K-1	63	B-40	66	486	9.6
実施例6	TPD	58	C-71	70	K-1	63	B-40	66	487	8.9
実施例7	TPD	58	CBP	66	K-3	64	B-40	66	474	9.7
実施例8	TPD	58	A-10	71	K-3	64	B-40	66	473	10.0
実施例9	TPD	58	A-10	71	K-1	63	A-19	74	485	19.1
実施例10	TPD	58	A-10	71	K-3	64	A-19	74	473	12.9
比較例1	α-NPD	50	TPD	58	K-1	63	B-40	66	485	0.1
比較例2	TPD	58	TPD	58	K-3	64	B-40	66	—	0

【0203】表1に示した結果から明らかな様に、ホスト材料のT₁準位がゲストである発光材料のT₁準位よりも高い発光素子では、高効率な発光が可能となることがわかった。また発光層に隣接する層のT₁が高い方が、より高効率な発光が可能となることがわかった。特に青色領域に発光する発光材料では、ホストのT₁準位が70kcal/mol(293.3kJ/mol)よりも高い場合に、より高効率での発光が可能であることがわかった。

【0204】同様に、塗布型素子においても、発光材料を含有する層および/または発光層に隣接する層を形成

40 する材料のT₁準位を発光材料のT₁準位よりも高くすることにより高効率に発光し得る発光素子を作製できる。また、発光材料を含有する層および/または発光層に隣接する層を形成する材料のT₁準位を70kcal/mol(293.3kJ/mol)以上にするこにより、より高効率に発光し得る発光素子を作製できる。

【0205】[実施例11]洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、TPDを50nm蒸着し、その上にCBP(ビスカルバゾリルベンジジン)および化合物R-1を1:17の比率で30nm共蒸着し、さらにこの上に例示化合物A-10および例示化合物K-3を1:17の

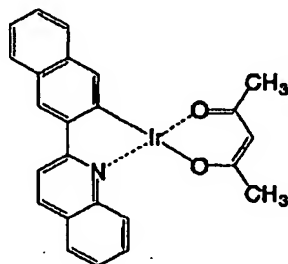
121

比率で2nm共蒸着し、さらにこの上に例示化合物A-19を36nm蒸着した。有機薄膜上にパターンニングしたマスク（発光面積が4mm×5mmとなる）を装着し、フッ化リチウム3nmを蒸着した後、アルミニウムを400nm蒸着して、発光素子を作製した。

【0206】

【化83】

化合物R-1



【0207】実施例11の発光素子に、東陽テクニカ製*

122

*ソースメジャーユニット2400を用いて、直流定電圧を各々印加し、発光させ、その輝度をトプコン社の輝度計BM-8、発光波長とCIE色度座標を浜松ホトニクス社製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定したところ、色度座標(x,y)=(0.35, 0.33)の白色発光が得られ、最高輝度は75000cd/m²、外部量子効率率は15.4%であった。

【0208】実施例11の結果より、本発明の化合物を用いた発光素子では、従来低効率であった白色発光素子においても15%を超える高効率発光を得ることができ、また白色の色純度も非常に優れた発光素子を作製することができた。

【0209】

【発明の効果】本発明によれば、高い発光効率で青色領域の発光が可能な発光素子、および高い発光効率で色純度の高い白色発光が可能な発光素子を提供することができる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H05B 33/22

識別記号

FI

H05B 33/22

テーマコード(参考)

B

D

(72)発明者 宮下 陽介

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フィルム株式会社内

(72)発明者 藤村 秀俊

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フィルム株式会社内

(72)発明者 三島 雅之

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フィルム株式会社内

(72)発明者 岡田 久

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フィルム株式会社内

(72)発明者 邱 雪鵬

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フィルム株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB06 AB18

CA01 CA05 CB01 DA00 DA01

DB03 EB00 FA01

4C063 AA03 AA05 CC22 CC26 CC43

DD22 DD26 EE05

4C065 AA01 AA04 BB06 CC01 DD03

EE02 HH01 HH02 JJ01 KK05

LL01 PP03 PP05 PP06 PP08